



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
MAHANAKORN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ที่ มทม.๖๕/๒๐๑

๔ เมษายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอส่งเอกสารคำรับรองตนเอง(Self-Declaration) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
เพื่อรับรองสาขาวิศวกรรมเครื่องกล

เรียน นายกสภาวิศวกร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสถาบันการศึกษา พร้อมภาคผนวกซึ่งประกอบด้วย

- ภาคผนวก ๑ เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร
- ภาคผนวก ๒ รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.๒) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๕
- ภาคผนวก ๓ แผนการสอน (มคอ.๓) วิชาที่เกี่ยวข้องของคณาจารย์
- ภาคผนวก ๔ คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน

๒. แบบการตรวจ (Checklist) สำหรับการรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้ดำเนินการจัดทำ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๕ โดยมีวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้สอดคล้องกับ เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรและมาตรฐานคุณวุฒิของสำนักงานปลัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสอดคล้องกับข้อบังคับสภาวิศวกร รวมถึงให้มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อการ เปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสถานการณ์ปัจจุบัน และสอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

ในการนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้จัดทำคำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของหลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.๒๕๖๕ เพื่อขอรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ตามข้อบังคับสภาวิศวกร ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยฯ ได้มอบหมาย ให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาโย ช่างเจริญ เป็นผู้ประสานงาน โดยสามารถติดต่อได้ที่ เบอร์โทรศัพท์ ๐๘๙-๖๙๔-๓๕๘๘ และ อีเมล wayo.chang@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานวีย์ โภไคยอุดม)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร



คำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสถาบันการศึกษา

สำหรับการขอรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2565-2569

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530

4 เมษายน 2565

สารบัญ

| | หน้า | |
|------------------|--|-----------|
| ส่วนที่ 1 | หลักสูตร | 1 |
| | 1. ชื่อหลักสูตร | 1 |
| | 2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา | 1 |
| | 3. วิชาเอก/แขนงวิชา | 1 |
| | 4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร (ให้ระบุสาขาวิชาที่วิศวกรรมควบคุม) | 1 |
| | 5. ระบบการจัดการศึกษา | 2 |
| | 6. แผนการศึกษา | 2 |
| | 7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา | 11 |
| | 8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร | 12 |
| | 9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล | 13 |
| | 10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร | 13 |
| ส่วนที่ 2 | นิสิต/นักศึกษา | 14 |
| | 1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา | 14 |
| | 2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี | 14 |
| | 3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ | 14 |
| | 4. มาตรฐานผลการเรียนรู้ | 22 |
| ส่วนที่ 3 | คณาจารย์ | 28 |
| | 1. ประธานหลักสูตร | 28 |
| | 2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร | 28 |
| | 3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา | 29 |
| | 4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ | 31 |
| | 5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา | 32 |
| | 6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี | 32 |
| ส่วนที่ 4 | รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้ | 34 |
| | 1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping) | 34 |
| | 2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้ | 44 |
| ส่วนที่ 5 | สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา | 55 |
| | 1. ห้องปฏิบัติการ | 55 |
| | 1.1. บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง | 55 |
| | 1.2. โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software) | 67 |
| | 2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ | 67 |
| | 2.1. ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ | 67 |
| | 2.2. สิ่งอำนวยความสะดวก | 69 |
| | 3. การประกันคุณภาพการศึกษา | 71 |

สารบัญ (ต่อ)

| | | หน้า | |
|-----------|-----------|--|-----|
| ส่วนที่ 6 | ภาคผนวก | 81 | |
| | ภาคผนวก 1 | เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษาอนุมัติหลักสูตร | 82 |
| | ภาคผนวก 2 | รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | 85 |
| | ภาคผนวก 3 | แผนการสอน (มคอ.3) (เฉพาะวิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้) | 285 |
| | ภาคผนวก 4 | คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน | 483 |

คำรับรองตนเอง (Self-Declaration)

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

| | |
|-----------------------------|---|
| ชื่อสถาบันการศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล |
| สาขาวิศวกรรมที่รับรองปริญญา | สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล |
| ปีการศึกษาที่รับรองปริญญา | 2565 |

ส่วนที่ 1 หลักสูตร

1. ชื่อหลักสูตร

ชื่อภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering Program in Mechanical Engineering

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็มภาษาไทย : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

ชื่อย่อภาษาไทย : วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล)

ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering)

ชื่อย่อภาษาอังกฤษ : B.Eng. (Mechanical Engineering)

3. วิชาเอก/แขนงวิชา

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาไทย : ไม่มี

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาอังกฤษ : ไม่มี

4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.1. ปรัชญาของหลักสูตร

พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน มีความล้ำหน้าไปกว่าในอดีตมาก ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกโฉมและส่งผลกระทบต่อมวลมนุษยชาติทั้งในแง่ที่ดีและมีจุดบัพพร้อมเคล้ากันไป นอกจากนี้ยังประจักษ์ได้ว่า โลกที่อินเทอร์เน็ตมีบทบาทอย่างยิ่งในชีวิตความเป็นอยู่ของทั้งคนเมืองและคนชนบท รวมทั้งก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนและซึมซับทั้งวัฒนธรรมและค่านิยมใหม่ๆ มากมายของคนในสังคม บนบริบทของความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อาจจะเป็นทั้งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบในเวลาเดียวกัน จึงเป็นสาเหตุทำให้สถาบันการศึกษาทุกภาคส่วน จำเป็นต้องมีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรด้วยหลักคิดที่ละเอียดลึกซึ้ง ทันสมัย ก้าวทันและสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงให้ได้

นับจากที่มีการก่อตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครขึ้นมา จนถึงปัจจุบันหรือแม้กระทั่งในอนาคต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ก็ยังคงมีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลอย่างต่อเนื่องมาโดยลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับทั้งปรัชญาของมหาวิทยาลัยที่ว่า “ความรู้คือพลัง” และสอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่ว่า “มหาวิทยาลัยทางด้านเทคโนโลยีระดับพรีเมียมสำหรับทุกคน (Premium Technological University for All)” ซึ่งที่ผ่านมาหลักสูตรนี้ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ซึ่งปัจจุบัน คือ สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) และได้รับการรับรองหลักสูตรและสถาบันการศึกษาจากสภาวิศวกรอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด

4.2. วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

(1) เพื่อผลิตวิศวกรเครื่องกลระดับปริญญาตรีที่มีความรู้ในองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม และองค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม โดยสามารถประยุกต์ วิเคราะห์ และพัฒนาหาคำตอบของปัญหาในอุตสาหกรรมได้

(2) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีทักษะทางด้าน การสืบค้น การใช้เครื่องมือทันสมัย การทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม และมีความสามารถในการสื่อสาร

(3) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีคุณธรรม จริยธรรม มีความรับผิดชอบต่อสังคม คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน มีจรรยาบรรณวิชาชีพ และมีการเรียนรู้ตลอดชีพ

(4) เพื่อให้บัณฑิตของหลักสูตรฯ สามารถประกอบวิชาชีพ ตามกรอบความสามารถในการประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกลได้อย่างเหมาะสม

5. ระบบการจัดการศึกษา

5.1. ระบบ

การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ ได้แก่ ภาคการศึกษา ที่ 1 และภาคการศึกษาที่ 2 มีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าภาคการศึกษาละ 15 สัปดาห์ และอาจมีภาคการศึกษาฤดูร้อนต่อจากภาคการศึกษาที่ 2 ได้ โดยมีสัดส่วนระยะเวลาและจำนวนหน่วยกิตเทียบเคียงกันได้กับการศึกษาในภาค การศึกษาปกติ

5.2. การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

มีการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาฤดูร้อน จำนวน 1 ภาคการศึกษา ภาคการศึกษาละ 8 สัปดาห์

5.3. การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

6. แผนการศึกษา

แผนการศึกษาที่ 1 : แบบปกติ 4 ปี สำหรับผู้ที่จบมัธยมปลายหรือเทียบเท่า

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|------------------------------|--------------|
| ENCC1001* | คณิตศาสตร์เชิงพีสิกส์ | 3(6-0-6) |
| ENGL0001 | ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล | 3(6-0-6) |
| PHYS0101* | ฟิสิกส์ | 3(2-2-5) |
| SOHU0019 | นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ | 3(3-0-6) |
| STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 3(3-0-6) |
| MUTA0001* | การออกแบบโครงการเบื้องต้น | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 15(17-2-29) |

หมายเหตุ * ในที่นี้คือเป็นรายวิชาที่มีการสอนวิชาปฏิบัติการ

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|--------------|
| CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) |
| CHEM0190* | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) |
| ENCC1002* | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 3(6-0-6) |
| ENGL0002 | ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา | 3(3-0-6) |
| MECH0105* | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | 3(2-2-5) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0190* | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | 3(0-6-3) |
| MUTA0002* | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 19(17-10-33) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|-------------|
| EECC0232* | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) |
| ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) |
| MATH2101* | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 3(6-0-6) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) |
| รวม | | 18(20-2-35) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|-------------|
| ENCC0005 | นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 3(3-0-6) |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | 3(3-0-6) |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MICC0202* | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | 3(2-2-5) |
| รวม | | 18(17-2-35) |

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|-------------|
| MECH0301* | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | 3(3-0-6) |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) |
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี | 3(3-0-6) |
| รวม | | 18(17-2-35) |

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|------------------------------|--------------------|
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) |
| MECH0390* | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | 3(0-6-3) |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 3(3-0-6) |
| MECH0443* | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3(2-2-5) |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3(3-0-6) |
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี | 3(3-0-6) |
| รวม | | 18(14-8-32) |

ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|---------------------|-----------------------|
| INDT0390* | การฝึกงานอุตสาหกรรม | 0(240 ชั่วโมง) |
| รวม | | 0(240 ชั่วโมง) |

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|-------------------------------------|--------------------|
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3(3-0-6) |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3(3-0-6) |
| MECH0444* | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3(3-0-6) |
| MECH0490* | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2(0-2-4) |
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือกทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) |
| รวม | | 17(14-4-33) |

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|------------------------------------|--------------------|
| MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3(3-0-6) |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0491* | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-2-4) |
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือกทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3(3-0-6) |
| รวม | | 14(12-2-28) |

รวมทั้งหมด 137 หน่วยกิต

แผนการศึกษาที่ 2 : แบบสหกิจศึกษา 4 ปี สำหรับผู้ที่จบมัธยมปลายหรือเทียบเท่า

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|------------------------------|--------------|
| ENCC1001* | คณิตศาสตร์เชิงพีสิกส์ | 3(6-0-6) |
| ENGL0001 | ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล | 3(6-0-6) |
| PHYS0101* | ฟิสิกส์ | 3(2-2-5) |
| SOHU0019 | นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ | 3(3-0-6) |
| STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 3(3-0-6) |
| MUTA0001* | การออกแบบโครงการเบื้องต้น | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 15(17-2-29) |

หมายเหตุ * ในที่นี้คือเป็นรายวิชาที่มีการสอนวิชาปฏิบัติการ

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|--------------|
| CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) |
| CHEM0190* | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) |
| ENCC1002* | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 3(6-0-6) |
| ENGL0002 | ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา | 3(3-0-6) |
| MECH0105* | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | 3(2-2-5) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0190* | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | 3(0-6-3) |
| MUTA0002* | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 19(17-10-33) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|-------------|
| EECC0232* | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) |
| ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) |
| MATH2101* | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 3(6-0-6) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) |
| รวม | | 18(20-2-35) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|-------------|
| ENCC0005 | นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 3(3-0-6) |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | 3(3-0-6) |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MICC0202* | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | 3(2-2-5) |
| รวม | | 18(17-2-35) |

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|-------------|
| MECH0301* | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0360 | การสิ้นสะท้อนทางกล | 3(3-0-6) |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) |
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี | 3(3-0-6) |
| รวม | | 18(17-2-35) |

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|------------------------------|-------------|
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) |
| MECH0390* | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | 3(0-6-3) |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 3(3-0-6) |
| MECH0443* | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3(2-2-5) |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3(3-0-6) |
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี | 3(3-0-6) |
| รวม | | 18(14-8-32) |

ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|----------|------------------------------------|-----------|
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3(3-0-6) |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3(3-0-6) |
| รวม | | 6(6-0-12) |

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|-------------------------------------|-------------|
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3(3-0-6) |
| MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3(3-0-6) |
| MECH0444* | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3(3-0-6) |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0492* | โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | 2(0-6-3) |
| รวม | | 17(14-8-32) |

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--------------------------------|----------------|
| COOP0011* | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | 8(360 ชั่วโมง) |
| รวม | | 8(360 ชั่วโมง) |

รวมทั้งหมด 137 หน่วยกิต

แผนการศึกษาที่ 3 : แผนการศึกษา 2½ ปี สำหรับผู้ที่จบ ปวส. หรือเทียบเท่า (กลุ่มวัฒนธรรม)

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|---------------------------|--------------|
| CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) |
| CHEM0190* | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) |
| ENCC1001* | คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์ | 3(6-0-6) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| PHYS0101* | ฟิสิกส์ | 3(2-2-5) |
| STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 3(3-0-6) |
| MUTA0001* | การออกแบบโครงการเบื้องต้น | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 19(20-4-36) |

หมายเหตุ * ในที่นี้คือเป็นรายวิชาที่มีการสอนวิชาปฏิบัติการ

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|--|--------------|
| ENCC1002* | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 3(6-0-6) |
| MECH0105* | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน | 3(2-2-5) |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 3(3-0-6) |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) |
| MICC0202* | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | 3(2-2-5) |
| MUTA0002* | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 21(22-4-40) |

ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|--|-----------|
| ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) |
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3(3-0-6) |
| รวม | | 6(6-0-12) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|----------------------------------|-------------|
| EECC0232* | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) |
| MATH2101* | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 3(6-0-6) |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | 3(3-0-6) |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | 3(3-0-6) |
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3(3-0-6) |
| รวม | | 21(23-2-41) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|--|--------------|
| MECH0301* | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0390* | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | 3(0-6-3) |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 3(3-0-6) |
| MECH0443* | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3(2-2-5) |
| MECH0490* | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2(0-2-4) |
| รวม | | 20(13-12-35) |

ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|----------|----------------|-----------|
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือก | 3(3-0-6) |
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือก | 3(3-0-6) |
| รวม | | 6(6-0-12) |

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|-----------|-------------------------------------|-------------|
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3(3-0-6) |
| MECH0444* | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3(3-0-6) |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3(3-0-6) |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0491* | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-2-4) |
| รวม | | 20(17-4-39) |

รวมทั้งหมด 113 หน่วยกิต

แผนการศึกษาที่ 4 : แผนการศึกษา 2½ ปี สำหรับผู้ที่จบ ปวส. หรือเทียบเท่า (กลุ่มวันเสาร์-อาทิตย์)

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

| | | |
|------------|------------------------|--------------------|
| CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) |
| CHEM0190* | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) |
| ENCC1001* | คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์ | 3(6-0-6) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| PHYS0101* | ฟิสิกส์ | 3(2-2-5) |
| STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 3(3-0-6) |
| รวม | | 19(20-4-36) |

หมายเหตุ * ในที่นี้คือเป็นรายวิชาที่มีการสอนวิชาปฏิบัติการ

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|--|--------------------|
| ENCC1002* | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 3(6-0-6) |
| MECH0105* | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน | 3(2-2-5) |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 3(3-0-6) |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) |
| MICC0202* | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | 3(2-2-5) |
| รวม | | 21(22-4-40) |

ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|--|------------------|
| ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) |
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3(3-0-6) |
| รวม | | 6(6-0-12) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|----------------------------------|--------------------|
| EECC0232* | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) |
| MATH2101* | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 3(6-0-6) |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | 3(3-0-6) |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | 3(3-0-6) |
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3(3-0-6) |
| รวม | | 21(23-2-41) |

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|--|---------------------|
| MECH0301* | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0390* | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | 3(0-6-3) |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 3(3-0-6) |
| MECH0443* | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3(2-2-5) |
| MECH0490* | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2(0-2-4) |
| รวม | | 20(13-12-35) |

ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|----------------|------------------|
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือก | 3(3-0-6) |
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือก | 3(3-0-6) |
| รวม | | 6(6-0-12) |

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|-------------------------------------|--------------------|
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3(3-0-6) |
| MECH0444* | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3(3-0-6) |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3(3-0-6) |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0491* | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-2-4) |
| รวม | | 20(17-4-39) |

รวมทั้งหมด 113 หน่วยกิต

7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่า ที่เกี่ยวข้องในสาขาทางด้านเครื่องกล นักศึกษาจะต้องศึกษาตามรายวิชาและจำนวนหน่วยกิตที่ระบุไว้ ทั้งนี้จะได้รับการยกเว้นรายวิชา ซึ่งมีจำนวนหน่วยกิตรวม 24 หน่วยกิต โดยรายวิชาที่ได้รับการยกเว้นมีดังนี้

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|----------|------------------------------------|----------|
| SOHU0019 | นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ | 3(3-0-6) |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3(3-0-6) |
| ENGL0001 | ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล | 3(3-0-6) |
| ENGL0002 | ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา | 3(3-0-6) |
| ENCC0005 | นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | 3(0-6-3) |

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|----------------------------|--------------------|
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี (รวม 2 วิชา) | 6(6-0-12) |
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | 0(240 ชั่วโมง) |
| รวม | | 24(21-6-45) |

หมายเหตุ : สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่า ที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาในสาขาที่ได้มีการระบุไว้ข้างต้น จะต้องได้รับการเทียบโอนรายวิชาโดยผ่านความเห็นชอบจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

เฉพาะแผนการศึกษา 2½ ปี สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. หรือเทียบเท่า (กลุ่มวันเสาร์-อาทิตย์) จะได้รับการยกเว้นอีก 2 รายวิชา ดังนี้

| รหัสวิชา | ชื่อวิชา | หน่วยกิต |
|------------|-------------------------------|--------------|
| MUTA0001 | การออกแบบโครงงานเบื้องต้น | 0(9 ชั่วโมง) |
| MUTA0002 | การออกแบบโครงงานเชิงวิเคราะห์ | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวม | | 0 |

สรุปข้อมูลสำหรับการยกเว้นรายวิชาข้างต้นได้ดังนี้

- (1) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต มีรายวิชาที่ได้รับการยกเว้น 18 หน่วยกิต
 - กลุ่มวิชาภาษา 12 หน่วยกิต ยกเว้นรายวิชา 6 หน่วยกิต
 - กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ 6 หน่วยกิต ยกเว้นรายวิชา 6 หน่วยกิต
 - กลุ่มวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 12 หน่วยกิต ยกเว้นรายวิชา 6 หน่วยกิต
- (2) หมวดวิชาเฉพาะ 101 หน่วยกิต ไม่มีรายวิชาที่ได้รับการยกเว้นหน่วยกิต
- (3) หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต มีรายวิชาที่ได้รับการยกเว้น 6 หน่วยกิต
 - รวมหน่วยกิตที่ขอเทียบยกเว้นรายวิชา 24 หน่วยกิต
 - จำนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตร 137 หน่วยกิต
 - จำนวนหน่วยกิตคงเหลือ 113 หน่วยกิต

8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

- (1) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 ปรับปรุงมาจากหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล พ.ศ. 2560
- (2) เปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565
- (3) คณะกรรมการวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เห็นชอบหลักสูตรแล้ว ในการประชุมครั้งที่ 11/2564 เมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564
- (4) สภาวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เห็นชอบหลักสูตรแล้ว ในการประชุมครั้งที่ 2/2564 เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2564
- (5) สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร อนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรแล้ว ในการประชุมครั้งที่ 6/2564 เมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2564 ตามที่ปรากฏในภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่ สภาสถาบันการศึกษาอนุมัติหลักสูตร ของเอกสารคำรับรองตนเองส่วนที่ 6

9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล

ตารางแสดงรายชื่อผู้รับรอง/อนุมัติ

| ชื่อ-สกุล | ตำแหน่งบริหาร | วาระการดำรงตำแหน่ง |
|---|---------------|-----------------------------------|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานวีย์ โภไคยอุดม | อธิการบดี | 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 เป็นต้นไป |

10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงาน

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง | โทรศัพท์ | E-mail |
|-------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| 1 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาโย ช้างเจริญ | หัวหน้าภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล | 02-988-3666 ต่อ 3105 หรือ 3106 | wayo.chang@gmail.com |

ส่วนที่ 2 นิสิต/นักศึกษา

1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

- (1) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือเทียบเท่า โดยได้รับการยกเว้นไม่ต้องศึกษาบางรายวิชา หรือได้รับการเทียบยกเว้นรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
- (2) เป็นผู้ไม่มีโรคติดต่ออย่างร้ายแรง ไม่เป็นโรคเรื้อน วัณโรค โรคติดเชื้อเสียดัด โรคพิษสุราเรื้อรัง และแพทย์มีความเห็นว่าไม่มีความเหมาะสมที่จะเข้าเรียนได้
- (3) เป็นผู้มีความประพฤติเรียบร้อยไม่บกพร่องต่อศีลธรรมอันดี มีเหตุมีผลและพร้อมที่จะปฏิบัติตามอยู่ในระเบียบวินัยของมหาวิทยาลัย และสังคมทั่วไป
- (4) มีผู้ให้การรับรองความประพฤติ และผู้รับรองจะต้องเป็นผู้ที่ทางมหาวิทยาลัยสามารถติดต่อได้ตลอดเวลา

2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี

ตารางแสดงจำนวนนักศึกษา

ตารางที่ 1 แผนการรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6 หรือเทียบเท่า

| ระดับชั้นปี | จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา | | | | |
|------------------------|------------------------------|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| ชั้นปีที่ 1 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 2 | - | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 3 | - | - | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 4 | - | - | - | 60 | 60 |
| รวม | 60 | 120 | 180 | 240 | 240 |
| คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา | - | - | - | 60 | 60 |

ตารางที่ 2 แผนการรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. หรือเทียบเท่า

| ระดับชั้นปี | จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา | | | | |
|------------------------|------------------------------|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| ชั้นปีที่ 1 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 2 | - | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 3 | - | - | 60 | 60 | 60 |
| รวม | 60 | 12 | 180 | 180 | 180 |
| คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา | - | - | 60 | 60 | 60 |

3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้กำหนดคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ เมื่อนักศึกษาได้สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรไว้ดังนี้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม

- (2) ระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปของปัญหาที่มีนัยสำคัญ โดยใช้กลุ่มองค์ความรู้วิศวกรรมเครื่องกล
- (3) พัฒนาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือกระบวนการตามความจำเป็นและเหมาะสมเชิงวิศวกรรมเครื่องกลร่วมกับข้อพิจารณาทางด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม
- (4) มีความรู้และความเข้าใจในหลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นหลักในการบริหารงานของตน ทั้งในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีมเพื่อบริหารจัดการ โครงการวิศวกรรมที่สภาพแวดล้อมการทำงานมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ
- (5) ดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของ ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม โดยใช้ความรู้เชิงวิศวกรรมเครื่องกลจากงานวิจัยและวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลสรุปที่เชื่อถือได้
- (6) สร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และ ใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมเครื่องกล และเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม ด้วยความเข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ
- (7) ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการงานเดี่ยว และการทำงานเป็นทีมซึ่งมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ
- (8) สื่อสารงานวิศวกรรมเครื่องกลในอุตสาหกรรม กับกลุ่มผู้ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมและสังคมโดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ สามารถอ่านและเขียนรายงาน เตรียมเอกสารการออกแบบ นำเสนอ ให้และรับคำแนะนำงานวิศวกรรมเครื่องกลได้อย่างชัดเจน
- (9) ใช้เหตุและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล มาประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม
- (10) เข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกลในบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม บนฐานของความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน
- (11) ใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมีสำนึกรับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม
- (12) ตระหนักถึงความจำเป็นในการเตรียมตัว เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยลำพังและสามารถการเรียนรู้ตลอดชีพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม

3.1. แสดงความเชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตรกับคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามข้อตกลง Washington Accord

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|---|------------------|---|--|
| 1 | ความรู้ด้านวิศวกรรม (Engineering Knowledge) - สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางวิศวกรรม และความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม เพื่อการแก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน | CHEM0120 | เคมี | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถดู ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |
| | | CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี | |
| | | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | EICC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | |
| | | ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | |
| | | ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | |
| | | MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | |
| | | MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | |
| | | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | |
| | | MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | |
| | | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | |
| | | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม | |
| | | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|---|---|--|
| | | MECH0220 อุณหพลศาสตร์ MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล MECH0360 การสันสะเทือนทางกล MECH0362 การถ่ายเทความร้อน MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด MECH0450 อากาศพลศาสตร์ MECH0455 กังหันแก๊ส MECH0456 การออกแบบระบบท่อ MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น MECH0482 การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล MECH0499 หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ PHYS0101 ฟิสิกส์ | |
| 2 | การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) - สามารถระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน เพื่อให้ได้ข้อสรุป ของ ปัญหาที่มีนัยสำคัญ โดยใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และ วิทยาการทาง วิศวกรรมศาสตร์ | CHEM0120 เคมี CHEM0190 ปฏิบัติการเคมี COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม MATS0310 วัสดุวิศวกรรม MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม MECH0220 อุณหพลศาสตร์ MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถดู ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|---|--|--|
| | | MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล MECH0360 การสิ้นสະเทือนทางกล MECH0362 การถ่ายเทความร้อน MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด MECH0455 กังหันแก๊ส MECH0456 การออกแบบระบบท่อ MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น MECH0482 การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ PHYS0101 ฟิสิกส์ | |
| 3 | การออกแบบ/พัฒนาหาคำตอบของปัญหา (Design/Development of Solutions) - สามารถพัฒนาหาคำตอบของปัญหาทาง วิศวกรรม ที่ซับซ้อน และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือ กระบวนการ ตามความจำเป็นและเหมาะสม กับ ข้อพิจารณาทางด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม | COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล EECC0232 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม MATS0310 วัสดุวิศวกรรม MECH0220 อุณหพลศาสตร์ MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล MECH0360 การสิ้นสະเทือนทางกล MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด MECH0456 การออกแบบระบบท่อ MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล MECH0499 หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถดู ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | | คำอธิบาย รายวิชา | |
|----------|---|------------------|--|--|--|
| 4 | การสืบค้น (Investigation) - สามารถดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของ ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้จากงานวิจัย และวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลสรุปที่ เชื่อถือได้ | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | สำหรับคำอธิบายรายวิชาสามารถดูได้เพิ่มเติมได้จากภาคผนวก 2 | |
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | | |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | | |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | | |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | | |
| MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ | | |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | | |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | | |
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | | |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | | |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม | | |
| MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ | | |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | | |
| MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ | MECH0455 | กักกันแก๊ส | | |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน | | |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล | | |
| MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง | | |
| MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | | |
| MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | MECH0492 | โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | | |
| 5 | การใช้เครื่องมือทันสมัย (Modern Tool Usage) - สามารถสร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนที่ เข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | | สำหรับคำอธิบายรายวิชาสามารถดูได้เพิ่มเติมได้จากภาคผนวก 2 |
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | | |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | | |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | | |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | | |
| MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด | | |
| MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | | |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | | | | |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|--|--|--|
| | | MECH0362 การถ่ายเทความร้อน MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด MECH0455 กังหันแก๊ส MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล MECH0482 การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล MECH0499 หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล | |
| 6 | วิศวกรและสังคม (The Engineer and Society) - สามารถใช้เหตุผลและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับ มาประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม | CHEM0120 เคมี CHEM0190 ปฏิบัติการเคมี COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล EEC0232 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม MATS0310 วัสดุวิศวกรรม MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล MECH0360 การขนส่งเหินทางกล MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด MECH0455 กังหันแก๊ส MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น MECH0482 การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|---|------------------|--|
| | | MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| | | MECH0492 | โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ |
| | | PHYS0101 | ฟิสิกส์ |
| 7 | สิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (Environment and Sustainability) - สามารถเข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถแสดงความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม |
| | | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| | | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ |
| | | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| | | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล |
| | | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล |
| | | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด |
| | | MECH0455 | กังหันแก๊ส |
| | | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |
| | | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |
| | | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |
| | | MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น |
| | | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง |
| | | MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| | | MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| | | MECH0492 | โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ |
| | | | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |
| 8 | จรรยาบรรณวิชาชีพ (Ethics) - สามารถใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมีสำนึกรับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม |
| | | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |
| | | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม |
| | | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม |
| | | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| | | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| | | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ |
| | | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล |
| | | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| | | MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| | | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ |
| | | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร |
| | | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทาง วิศวกรรม |
| | | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ |
| | | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| | | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |
| | | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ |
| | | | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |
| 9 | การทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม (Individual and Team work) - ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการทำงานเดี่ยว และการทำงานในฐานะผู้ร่วมทีมหรือผู้นำทีมที่มีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม |
| | | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |
| | | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| | | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| | | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| | | MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| | | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| | | | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|---|---|--|
| | | MECH0362 การถ่ายเทความร้อน | |
| | | MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | |
| | | MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | |
| | | MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทาง วิศวกรรม | |
| | | MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น | |
| | | MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ | |
| | | MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | |
| | | MECH0450 อากาศพลศาสตร์ | |
| | | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | |
| | | MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน | |
| | | MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ | |
| | | MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | |
| | | MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | |
| | | MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | |
| | | MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น | |
| | | MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | |
| 10 | การสื่อสาร (Communication) - สามารถสื่อสารงานวิศวกรรมที่ซับซ้อนกับกลุ่มผู้ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมและสังคมโดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ สามารถอ่านและเขียนรายงานทางวิศวกรรมและเตรียมเอกสารการออกแบบงานวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำเสนอสามารถให้และรับคำแนะนำงานได้อย่างชัดเจน | COOP011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |
| | | ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | |
| | | ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | |
| | | INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม | |
| | | MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | |
| | | MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล | |
| | | MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | |
| | | MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ | |
| | | MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | |
| | | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | |
| | | MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | |
| | | MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | |
| | | MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | |
| | | MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | |
| | | MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น | |
| | | MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | |
| 11 | การบริหารโครงการและการลงทุน (Project Management and Finance) - สามารถแสดงว่ามีความรู้และความเข้าใจ หลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน และสามารถประยุกต์ใช้หลักการบริหารในงานของตน ในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีมเพื่อบริหารจัดการ โครงการวิศวกรรมที่มีสภาพแวดล้อมการทำงาน ความหลากหลายสาขาวิชาชีพ | COOP011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |
| | | INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม | |
| | | MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | |
| | | MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ | |
| | | MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล | |
| | | MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด | |
| | | MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | |
| | | MECH0360 การสันθεื่อนทางกล | |
| | | MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | |
| | | MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ | |
| | | MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | |
| | | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | |

| ลำดับ | ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord | รหัสวิชา/รายวิชา | คำอธิบาย รายวิชา |
|-------|--|---|--|
| | | MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | |
| | | MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น | |
| | | MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | |
| | | MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | |
| | | MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | |
| | | MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | |
| 12 | การเรียนรู้ตลอดชีพ (Lifelong Learning) - ตระหนักและเห็นความจำเป็นในการเตรียมตัว เพื่อให้สามารถการปฏิบัติงานได้โดยลำพังและ สามารถการเรียนรู้ตลอดชีพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง ทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม | COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | สำหรับคำอธิบาย รายวิชาสามารถ ได้เพิ่มเติมได้จาก ภาคผนวก 2 |
| | | INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม | |
| | | MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | |
| | | MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม | |
| | | MECH0210 กลศาสตร์ของไหล | |
| | | MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ | |
| | | MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | |
| | | MECH0362 การถ่ายเทความร้อน | |
| | | MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | |
| | | MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม | |
| | | MECH0450 อากาศพลศาสตร์ | |
| | | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | |
| | | MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน | |
| | | MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล | |
| | | MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | |
| | | MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น | |
| | | MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | |
| | | MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | | MECH0499 หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล | |

4. มาตรฐานผลการเรียนรู้

ความเชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตรกับมาตรฐานผลการเรียนรู้ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มีดังนี้

ตารางแสดงความเชื่อมโยงระหว่างมาตรฐานผลการเรียนรู้และรายวิชาของหลักสูตร

| มาตรฐานผลการเรียนรู้ | รายวิชาของหลักสูตร | |
|--|---|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | |
| 1. เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละและซื่อสัตย์สุจริต | CHEM0120 เคมี | |
| | CHEM0190 ปฏิบัติการเคมี | |
| 2. มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | |
| | EECC0232 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | |
| 3. มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์ | |
| | ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | |
| | INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม | |
| 4. สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม | MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | |
| | MATS0310 วัสดุวิศวกรรม | |
| 5. มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | |
| | MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม | |
| | MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม | |
| | MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | |
| | MECH0210 กลศาสตร์ของไหล | |
| | MECH0220 อุณหพลศาสตร์ | |

| มาตรฐานผลการเรียนรู้ | รายวิชาของหลักสูตร | |
|---|--------------------|--|
| | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ |
| | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| | MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ |
| | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล |
| | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล |
| | MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล |
| | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| | MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ |
| | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร |
| | MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม |
| | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม |
| | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น |
| | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล |
| | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด |
| | MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ |
| | MECH0455 | กังหันแก๊ส |
| | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ |
| | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |
| | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |
| | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |
| | MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |
| | MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น |
| | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง |
| | MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |
| | MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| | MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| | MECH0492 | โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MUTA0001 | การออกแบบโครงการเบื้องต้น |
| | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ |
| | PHYS0101 | ฟิสิกส์ |
| 2. ความรู้ | | |
| <p>1. มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี</p> <p>2. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม</p> <p>3. สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>4. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น</p> <p>5. สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้</p> | CHEM0120 | เคมี |
| | CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี |
| | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า |
| | ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ |
| | ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า |
| | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม |
| | MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม |
| | MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม |
| | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |
| | MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม |
| | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม |
| | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม |
| | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |

| มาตรฐานผลการเรียนรู้ | รายวิชาของหลักสูตร | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|------|----------|----------------|----------|--------------------------------|----------|----------------------|----------|-----------------------|----------|--|----------|---------------------|----------|----------------------------------|----------|---------------|----------|-------------------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|--|----------|----------------|----------|--------------|----------|---------------|
| | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0455 | กังหันแก๊ส | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MUTA0001 | การออกแบบโครงการเบื้องต้น | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PHYS0101 | ฟิสิกส์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี 2. สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ 3. สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4. มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ในการพัฒนานวัตกรรมหรือต่อยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์ 5. สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ | <table border="1"> <tr><td>CHEM0120</td><td>เคมี</td></tr> <tr><td>CHEM0190</td><td>ปฏิบัติการเคมี</td></tr> <tr><td>COOP0011</td><td>สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล</td></tr> <tr><td>EECC0232</td><td>พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า</td></tr> <tr><td>ENCC1001</td><td>คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์</td></tr> <tr><td>ENCC1002</td><td>แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า</td></tr> <tr><td>INDT0390</td><td>การฝึกงานอุตสาหกรรม</td></tr> <tr><td>MATH2101</td><td>คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม</td></tr> <tr><td>MATS0310</td><td>วัสดุวิศวกรรม</td></tr> <tr><td>MECH0105</td><td>พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม</td></tr> <tr><td>MECH0110</td><td>กลศาสตร์วิศวกรรม</td></tr> <tr><td>MECH0111</td><td>พลศาสตร์วิศวกรรม</td></tr> <tr><td>MECH0201</td><td>เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม</td></tr> <tr><td>MECH0210</td><td>กลศาสตร์ของไหล</td></tr> <tr><td>MECH0220</td><td>อุณหพลศาสตร์</td></tr> <tr><td>MECH0230</td><td>กลศาสตร์วัสดุ</td></tr> </table> | CHEM0120 | เคมี | CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ |
| CHEM0120 | เคมี | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| มาตรฐานผลการเรียนรู้ | รายวิชาของหลักสูตร | |
|---|---|--|
| | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| | MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ |
| | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล |
| | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล |
| | MECH0360 | การสิ้นสະเทือนทางกล |
| | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| | MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ |
| | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร |
| | MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม |
| | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม |
| | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น |
| | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล |
| | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด |
| | MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ |
| | MECH0455 | กังหันแก๊ส |
| | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ |
| | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |
| | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |
| | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |
| | MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |
| | MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น |
| | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง |
| | MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก |
| | MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| | MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MUTA0001 | การออกแบบโครงการเบื้องต้น |
| | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ |
| | PHYS0101 | ฟิสิกส์ |
| 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | |
| <p>1. สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในสาขาวิชาชีพมาสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม</p> <p>2. สามารถเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสร้างสรรค์ ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนอย่างพอเหมาะทั้งของตนเองและของกลุ่ม รวมทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ</p> <p>3. สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และสอดคล้องกับทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง</p> <p>4. รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ</p> <p>5. มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม</p> | <p>COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล</p> <p>INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม</p> <p>MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม</p> <p>MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม</p> <p>MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม</p> <p>MECH0210 กลศาสตร์ของไหล</p> <p>MECH0220 อุณหพลศาสตร์</p> <p>MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ</p> <p>MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล</p> <p>MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล</p> <p>MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด</p> <p>MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์</p> <p>MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล</p> <p>MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล</p> <p>MECH0362 การถ่ายเทความร้อน</p> <p>MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง</p> <p>MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล</p> | |

| มาตรฐานผลการเรียนรู้ | รายวิชาของหลักสูตร | |
|--|--------------------|--|
| | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ |
| | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร |
| | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม |
| | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น |
| | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล |
| | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด |
| | MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ |
| | MECH0455 | กังหันแก๊ส |
| | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ |
| | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |
| | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |
| | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |
| | MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |
| | MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น |
| | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง |
| | MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |
| | MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| | MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MUTA0001 | การออกแบบโครงการเบื้องต้น |
| | MUTA0002 | การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | |
| <p>1. มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี</p> <p>2. มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์</p> <p>3. สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ</p> <p>4. มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์</p> <p>5. สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้</p> | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงพีลิสต์ |
| | ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า |
| | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม |
| | MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม |
| | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |
| | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม |
| | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม |
| | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ |
| | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| | MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ |
| | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล |
| | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล |
| | MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล |
| | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ |
| | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร |
| | MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม |
| | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม |
| | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น |
| | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล |
| | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด |

| มาตรฐานผลการเรียนรู้ | รายวิชาของหลักสูตร | |
|----------------------|--------------------|---------------------------------------|
| | MECH0455 | กักกันแก๊ส |
| | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ |
| | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |
| | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |
| | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |
| | MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |
| | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง |
| | MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |
| | MECH0490 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| | MECH0491 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| | MUTA0001 | การออกแบบโครงงานเบื้องต้น |
| | MUTA0002 | การออกแบบโครงงานเชิงวิเคราะห์ |

ส่วนที่ 3 คณาจารย์

1. ประธานหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่อประธานหลักสูตร

| ชื่อ-สกุล | ตำแหน่งวิชาการ | คุณวุฒิการศึกษา | ปีที่สำเร็จการศึกษา | ประสบการณ์สอน (ปี) |
|-------------------|--------------------|--|---------------------|--------------------|
| ดร.วาโย ช้างเจริญ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมการบินและอวกาศยาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2541 | 15 |
| | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2548 | |
| | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 | |

2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่งวิชาการ | คุณวุฒิการศึกษา | ปีที่สำเร็จการศึกษา | ประสบการณ์สอน (ปี) |
|-------|----------------------------|--------------------|--|---------------------|--------------------|
| 1 | ดร.วาโย ช้างเจริญ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมการบินและอวกาศยาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2541 | 15 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2548 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 | |
| 2 | ดร.จิตะพล หุยนันท์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2534 | 29 |
| | | | M.Sc. Engineering and Manufacturing Management Coventry University, UK | 2539 | |
| | | | Ph.D. Mechanical Engineering University of Sheffield, UK | 2546 | |
| 3 | ดร.กฤษณ์ เรืองพยุงค์ศักดิ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2540 | 23 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2561 | |
| 4 | ดร.ปรัชญา สรรวยสินธุ์ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 | 17 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2554 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2561 | |
| 5 | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2542 | 23 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2560 | |

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง วิชาการ | คุณวุฒิการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา | ประสบการณ์ สอน (ปี) |
|-------|----------------------|------------------------|--|-------------------------|------------------------|
| 6 | สรราวุฒิ สังวรกาญจน์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2548 | 16 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2559 | |

3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง วิชาการ | คุณวุฒิการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา | ประสบการณ์ สอน (ปี) |
|-------|-----------------------------|------------------------|--|-------------------------|------------------------|
| 1 | ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ | ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น | 2528 | 20 |
| | | | วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี | 2541 | |
| | | | ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี | 2544 | |
| 2 | ดร.สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด | รอง ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2538 | 26 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2543 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2549 | |
| 3 | ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ | รอง ศาสตราจารย์ | อส.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2545 | 18 |
| | | | วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2547 | |
| | | | ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี | 2553 | |
| 4 | ดร.ฐิตะพล หุยนันท์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2534 | 29 |
| | | | M.Sc. Engineering and Manufacturing Management Coventry University, UK | 2539 | |
| | | | Ph.D. Mechanical Engineering University of Sheffield, UK | 2546 | |
| 5 | ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ โรฒ | 2540 | 21 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2553 | |
| 6 | ดร.สมศักดิ์ เท็ชรกุล | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2541 | 18 |
| | | | วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 | |
| | | | วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 | |

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง วิชาการ | คุณวุฒิการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา | ประสบการณ์ สอน (ปี) |
|-------|---------------------------|------------------------|---|-------------------------|------------------------|
| 7 | ดร.วาโย ช่างเจริญ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมการบินและอวกาศยาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2541 2548 2555 | 15 |
| 8 | ดร.กฤษณ์ เรืองพยุหศักดิ์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2540 2547 2561 | 23 |
| 9 | ดร.ปรัชญา สำรวสินธุ์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2548 2554 2561 | 17 |
| 10 | ดร.อาณัติ พิลา | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2548 2554 2562 | 15 |
| 11 | ดร.นุภาพ แยมไตรพัฒน์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าธนบุรี วศ.ม.เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปร.ด.เทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี | 2533 2542 2547 | 26 |
| 12* | สรารุณี สังวรกาญจน์ | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2548 2559 | 16 |
| 13 | ดร.เสถียรพงศ์ หุยะนันท์ | อาจารย์ | วศ.บ.วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง M.Sc.Engineering and Manufacturing Management Coventry University, UK Ph.D.Mechanical Engineering University of Sheffield, UK | 2535 2541 2551 | 30 |
| 14 | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2542 2544 2560 | 23 |

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง วิชาการ | คุณวุฒิการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา | ประสบการณ์ สอน (ปี) |
|-------|----------------------------|--------------------|---|------------------------------|------------------------|
| 15 | ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย | 2543 2547 2562 | 20 |
| 16 | ดร.ประพนธ์ ทศกานนท์ | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2548 2558 2562 | 16 |
| 17* | วชิรวิทย์ สงสุวรรณ | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 2554 | 17 |
| 18 | คันธพจน์ ศรีสถิตย์ | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2541 2546 | 23 |
| 19 | รัตติกาล สมัน | อาจารย์ | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหานคร | 2560 2564 | 4 |

* หมายเหตุ: ลาศึกษาต่อเต็มเวลา (Full Time)

4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ

ตารางแสดงรายชื่อผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ

| ลำดับ | ชื่อ-สกุล | ตำแหน่ง | คุณวุฒิการศึกษา |
|-------|-------------------------|-----------------------|---|
| 1 | นายวิฑูรย์ วรไพจิตร | เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค | วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปี 2539 (ประสบการณ์การทำงาน 25 ปี) |
| 2 | นายสุรพงษ์ ชอบชื่น | เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค | วท.บ. เทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปี 2536 (ประสบการณ์การทำงาน 24 ปี) |
| 3 | นายชาญชัย เอื้อมชัยสกุล | เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค | วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปี 2544 (ประสบการณ์การทำงาน 17 ปี) |
| 4 | นายสุรศักดิ์ นิกากิจ | เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค | ปวส. เทคนิคการผลิต วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหา นคร ปี 2553 (ประสบการณ์การทำงาน 10 ปี) |

5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

ตารางแสดงอัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา ณ ปีการศึกษา 2565

ตารางที่ 1 จำนวนนักศึกษาระดับ ม.6 และ ปวส. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

| ระดับชั้นปี | จำนวนนักศึกษาจริง (ม.6) แต่ละปีการศึกษา | | | | |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| ชั้นปีที่ 1 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 2 | - | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 3 | - | - | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 4 | - | - | - | 60 | 60 |
| รวม | 60 | 120 | 180 | 240 | 240 |
| รวมนักศึกษา (ชั้นปีที่ 2-4) | - | 60 | 120 | 180 | 180 |

| ระดับชั้นปี | จำนวนนักศึกษาจริง (ปวส.) แต่ละปีการศึกษา | | | | |
|-------------|--|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| ชั้นปีที่ 1 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 2 | - | 60 | 60 | 60 | 60 |
| ชั้นปีที่ 3 | - | - | 60 | 60 | 60 |
| รวม | 60 | 120 | 180 | 180 | 180 |

ตารางที่ 2 อัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

| จำนวนอาจารย์ประจำ | รวมจำนวนนักศึกษาจริง (ม.6) | รวมจำนวนนักศึกษาจริง (ปวส.) |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 19 | 180 | 180 |
| อัตราส่วน | 1:18.9 | |

อัตราส่วนต้องไม่เกิน 1:20

6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร มีแผนการปรับปรุงหลักสูตรตามรอบระยะเวลา 5 ปี โดยให้เป็นไปตามเกณฑ์และกรอบมาตรฐานที่ สป.อว. กำหนด และตามข้อบังคับการรับรองหลักสูตรของสภาวิศวกร พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี รวมถึงการพัฒนาบุคลากรด้านการเรียนการสอน ซึ่งหลักสูตรมีแผนพัฒนาบุคลากรในด้านต่าง ๆ ดังนี้

6.1. แผนพัฒนาด้านการให้ความรู้และเสริมทักษะ

- (1) กำหนดให้อาจารย์และเจ้าหน้าที่เข้าอบรมประจำปีในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ฯลฯ ที่มหาวิทยาลัยฯ จัดขึ้นอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- (2) จัดให้อาจารย์และเจ้าหน้าที่เข้าร่วมกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Management) ทั้งระดับมหาวิทยาลัย ระดับคณะ และระดับภาควิชา ในเรื่องเกี่ยวกับเทคนิคการสอน การวิจัย และอื่น ๆ
- (3) ส่งเสริมและสนับสนุนให้อาจารย์จัดทำผลงานวิจัย เพื่อเผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ และจัดทำบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ
- (4) สนับสนุนให้อาจารย์ไปประชุม/อบรม/สัมมนาวิชาการและวิชาชีพ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ เพื่อเพิ่มพูน และแลกเปลี่ยนความรู้กับนักวิชาการอื่น ๆ
- (5) สนับสนุนโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และส่งเสริมให้อาจารย์ทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน
- (6) สนับสนุนให้อาจารย์มีส่วนร่วมในงานบริการวิชาการแก่สังคม เพื่อบูรณาการระหว่างการเรียนการสอน และ/หรือการวิจัย กับงานบริการวิชาการ เพื่อสร้างเสริม หรือเพิ่มพูนทักษะทางด้านปฏิบัติการในวิชาชีพแก่อาจารย์

6.2. แผนพัฒนาด้านการจัดหาบุคลากรใหม่

หลักสูตรมีการจัดทำแผนอัตรากำลังและจัดหาบุคลากรใหม่เพื่อให้พอเพียงกับการจัดการเรียนการสอน โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) กำหนดคุณสมบัติทั้งด้านคุณวุฒิทางการศึกษา ผลการศึกษา ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของหลักสูตร

(2) มีการคัดเลือกผู้สมัครที่มีคุณสมบัติตรงกับความต้องการของหลักสูตร และตรงตามหลักเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด ซึ่งดำเนินการสอบคัดเลือกโดยมีกระบวนการสอบและสอบสัมภาษณ์ ซึ่งจะต้องมีคณะกรรมการพิจารณาคัดเลือกไม่น้อยกว่า 3 คน ประกอบด้วย ผู้แทนจากหลักสูตร/ภาควิชา ผู้แทนจากคณบดี และผู้แทนจากสำนักทรัพยากรมนุษย์

(3) เมื่ออาจารย์ใหม่ผ่านกระบวนการคัดเลือกแล้ว มหาวิทยาลัยฯ จะจัดทำคำสั่งแต่งตั้งเป็นอาจารย์ประจำของมหาวิทยาลัยฯ และแต่งตั้งเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตร

(4) มีการปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่และอาจารย์ประจำหลักสูตร เพื่อให้ทราบถึงนโยบายของหลักสูตร กฎระเบียบต่าง ๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เทคนิคการสอน การออกข้อสอบ จรรยาบรรณของผู้ปฏิบัติงานประเภทอาจารย์ การทำวิจัยและจรรยาบรรณของนักวิจัย กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ฯลฯ มีการประเมินผลการทดลองการปฏิบัติงานของอาจารย์ใหม่เมื่อครบกำหนดระยะเวลาตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด และมีการประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ใหม่โดยคณะกรรมการฯ ของคณะ และนำผลการประเมินรายงานต่อคณะกรรมการวิชาการ และการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร ระดับมหาวิทยาลัย (Management Review)

6.3. แผนพัฒนาด้านการเพิ่มคุณวุฒิการศึกษา

หลักสูตรมีการจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรในด้านการเพิ่มคุณวุฒิ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยฯ ในด้านต่าง ๆ ต่ออาจารย์เพื่อเพิ่มคุณวุฒิทางการศึกษา โดยมีแผนในระยะ 5 ปี ดังนี้

ตารางแสดงแผนพัฒนาอาจารย์เพื่อเพิ่มคุณวุฒิทางการศึกษาในระยะ 5 ปี

| คุณวุฒิทางการศึกษา | ปีการศึกษา | | | | |
|---------------------------------------|------------|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| อาจารย์ทั้งหมด | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| จำนวนอาจารย์ที่มีคุณวุฒิปริญญาโท | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| จำนวนอาจารย์ที่มีคุณวุฒิปริญญาเอก | 15 | 16 | 16 | 17 | 17 |
| ร้อยละของอาจารย์ที่มีคุณวุฒิปริญญาเอก | 78.9 | 84.2 | 84.2 | 89.5 | 89.5 |

6.4. แผนพัฒนาการปรับตำแหน่งทางวิชาการ

หลักสูตรส่งเสริมและสนับสนุนให้อาจารย์ผลิตผลงานทางวิชาการและผลงานวิจัย เพื่อการเผยแพร่และนำไปสู่การเลื่อนตำแหน่งทางวิชาการให้สูงขึ้น โดยได้จัดทำแผนพัฒนาอาจารย์เพื่อปรับตำแหน่งทางวิชาการดังนี้

ตารางแสดงแผนพัฒนาอาจารย์เพื่อปรับตำแหน่งทางวิชาการในระยะ 5 ปี

| ตำแหน่งทางวิชาการ | ปีการศึกษา | | | | |
|--------------------|------------|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| อาจารย์ทั้งหมด | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| ตำแหน่งอาจารย์ | 7 | 7 | 7 | 6 | 5 |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| รองศาสตราจารย์ | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| ศาสตราจารย์ | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |

ส่วนที่ 4 รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้

1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping)

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2565-2569

| องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับ องค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|--|---|---|---|------------------|
| | | | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | | | | |
| 1. คณิตศาสตร์ | วิชานี้เป็นการบูรณาการการคณิตศาสตร์และฟิสิกส์โดยการแนะนำแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ในบริบทของความเป็นจริงทางกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจว่าคณิตศาสตร์คือภาษาของฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ทบทวนตรีโกณมิติ; ฟังก์ชันและกราฟ; ลิมิต; อนุพันธ์และการนำไปใช้; ปริพันธ์และการนำไปใช้; พื้นที่ปริมาตร พื้นที่ผิว งาน เช่นทฤษฎีบท โมเมนต์ความเฉื่อย; ทฤษฎีบทมูลฐานของแคลคูลัส; เทคนิคการหาปริพันธ์; พีชคณิตของเวกเตอร์สามมิติ | ENCC1001* คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | หน่วยกิต 2.2 | ชม. บรรยาย 66 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-5, 6, 7-10, 13, 15 | |
| | วิชานี้เป็นการบูรณาการความรู้ด้านแคลคูลัสหลายตัวแปรเข้ากับกลศาสตร์ และด้านแคลคูลัสเชิงเวกเตอร์เข้ากับแม่เหล็กไฟฟ้า ในการสอน หัวข้อทางด้านแคลคูลัสจะถูกนำมาตีความเชิงกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ได้แจ่มชัดขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม คณิตศาสตร์ เส้นตรง ระนาบและผิวในปริภูมิสามมิติ; อนุพันธ์ย่อย; อนุพันธ์ระดับทิศทาง; เกรเดียนต์; ปริพันธ์ของฟังก์ชันหลายตัวแปรและการนำไปใช้; เส้นพาราเมตริก; ฟังก์ชันของเวกเตอร์; สนามเวกเตอร์; ปริพันธ์ตามเส้น; ปริพันธ์ตามผิวและปริพันธ์ฟลักซ์; เคิร์ลและไดเวอร์เจนซ์; ทฤษฎีบทของกรีน สโตก และไดเวอร์เจนซ์ | ENCC1002* แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | หน่วยกิต 1.4 | ชม. บรรยาย 42 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-7 | |
| | ทฤษฎีบทความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การอนุมานเชิงสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ การประยุกต์วิธีการเชิงสถิติสำหรับการใช้งานด้านการวิจัยเชิงวิศวกรรม ด้านสังคมและเศรษฐกิจ | STAT0115 สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | หน่วยกิต 3 | ชม. บรรยาย 45 |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | | |
| ลำดับ อนุกรมจำนวนจริง อนุกรมกำลัง อนุกรมฟูเรียร์ สมการเชิงอนุพันธ์สามัญและการนำไปใช้ ผลการแปลงลาปลาซ เมทริกซ์ ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ ระเบียบวิธีผลต่างอันดับสำหรับปัญหาค่าขอบ | MATH2101* คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | หน่วยกิต 3 | ชม. บรรยาย 90 | |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | | |
| ระบบสมการเชิงเส้น เมตริกซ์มูลฐาน การกำจัดแบบเกาส์ วิธีแบบเกาส์-จอร์แดน การแยกแบบแอลยู การกระทำซ้ำแบบจาโคบี และวิธีแบบเกาส์-ไซเดล; รากของสมการไม่เชิงเส้น พหุนามสำหรับประมาณค่าในช่วง การประมาณค่าในช่วงเชิงฟังก์ชันเสมือนพหุนาม; การหาอนุพันธ์เชิงตัวเลข การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ปัญหาขอบเขต และปัญหาค่าลักษณะเฉพาะ; สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (การหาค่าตอบของสมการความร้อนและสมการคลื่น) ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ และระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ | MECH0301* ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | หน่วยกิต 2 | ชม. บรรยาย 45 | |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | | |
| | | หน่วยกิต 1 | ชม. ปฏิบัติการ 45 | |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | | |
| | | | | |

| องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับ องค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|--|--|---|----------------------------|----------------------|
| 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | | | | |
| 2. ฟิสิกส์ | <p>วิชานี้เป็นการบูรณาการการคณิตศาสตร์และฟิสิกส์โดยการแนะนำแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ในบริบทของความเป็นจริงทางกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจว่าคณิตศาสตร์คือภาษาของฟิสิกส์</p> <p>ฟิสิกส์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน; การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง; การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์; โมเมนตัม; แรงและงาน; ทฤษฎีบทงาน-พลังงาน; กฎทรงพลังงาน; โมเมนต์ของแรง; การแพร่กระจายและปรากฏการณ์ของคลื่น; การสะท้อน หักเหและการกระจายของแสง; กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน; กฎของคูลอมบ์; สนามไฟฟ้าและแม่เหล็ก; แรงลอเรนซ์; โมเมนตัมเชิงมุม</p> | ENCC1001* คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | หน่วยกิต 0.8 | ชม. บรรยาย 24 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 6, 11, 12, 14, 15 | |
| | <p>วิชานี้เป็นการบูรณาการความรู้ด้านแคลคูลัสหลายตัวแปรเข้ากับกลศาสตร์ และด้านแคลคูลัสเชิงเวกเตอร์เข้ากับแม่เหล็กไฟฟ้า ในการสอน หัวข้อทางด้านแคลคูลัสจะถูกนำมาตีความเชิงกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ได้แจ่มชัดขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม</p> <p>กลศาสตร์ การหาเส้นทอไรด์ จุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลางถ่วงด้วยปริพันธ์หลายชั้น; โมเมนต์ที่สองของพื้นที่; การหาโมเมนต์ความเฉื่อยด้วยปริพันธ์หลายชั้น</p> <p>แม่เหล็กไฟฟ้า การเคลื่อนที่ในระนาบและปริภูมิ; การเคลื่อนที่แบบวงกลมและแรงสู่ศูนย์กลาง; สนามเวกเตอร์ของไฟฟ้าและแม่เหล็ก; ความต่างศักย์ไฟฟ้า; อีเอ็มเอฟ; กฎของแอมแปร์; ฟลักซ์ไฟฟ้าและแม่เหล็ก; กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์; กฎของเกาส์สำหรับไฟฟ้าและแม่เหล็ก; สมการแมกซ์เวลล์; ฟลักซ์ของการเคลื่อนที่ของของไหล</p> | ENCC1002* แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | หน่วยกิต 1.6 | ชม. บรรยาย 18 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 8-15 | |
| | <p>บรรยาย ปริมาณฐานและหน่วย แรง การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ การเคลื่อนที่ในสองมิติ กฎการเคลื่อนที่ กฎการอนุรักษ์พลังงาน การเคลื่อนที่แบบหมุน การอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม การเคลื่อนที่แบบสั่น คลื่นและสมบัติของคลื่น สมบัติเชิงกลของสสาร กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและเทอร์โมไดนามิกส์ ทัศนศาสตร์เชิงคลื่น ทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต ฟิสิกส์ยุคใหม่</p> <p>ปฏิบัติการ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในหัวข้อ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โมเมนต์ความเฉื่อย การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเชิงเดียว การสั่นพ้อง ความร้อน และหัวข้อที่สอดคล้องกับหลักการต่างๆที่ได้เรียนในภาคบรรยาย</p> | PHYS0101* ฟิสิกส์ | หน่วยกิต 2 | ชม. บรรยาย 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 1-15 | |
| | | | หน่วยกิต 1 | ชม. ปฏิบัติการ 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 1-15 | |
| 3. เคมี | <p>ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีพื้นฐาน ซึ่งครอบคลุมเกี่ยวกับสมบัติของอิเล็กตรอนของอะตอม และโมเลกุล การคำนวณมวลสารสัมพันธ์ สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จลนศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรด-เบส อุณหเคมี ไฟฟ้าเคมี นิวเคลียร์เคมีและเคมีอินทรีย์</p> | CHEM0120 เคมี | หน่วยกิต 3 | ชม. บรรยาย 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 1-15 | |
| | <p>เปเปอร์โครมาโทกราฟี ปฏิกริยาแทนที่ อินดิเคเตอร์กรด-เบส ไทเทรชัน ความร้อนของปฏิกริยา อัตราเร็วของ ปฏิกริยา สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก การหาคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร</p> | CHEM0190* ปฏิบัติการเคมี | หน่วยกิต 1 | ชม. ปฏิบัติการ 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 1-15 | |

| องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|--|--|---|------------------------------|----------------|
| 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 1 พื้นฐานการออกแบบ | | | | |
| Mechanical Drawing | การเขียนตัวอักษร กฎและข้อกำหนดต่างๆ ของการเขียนแบบ การร่างแบบมือเปล่าและการเขียนรูปทรงเรขาคณิต การเขียนแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การมองให้เห็นภาพและการเขียนภาพในหลายมุมมองตั้งฉาก การมองให้เห็นภาพและการเขียนภาพในมุมมองสามมิติ การกำหนดขนาดและพิถีพิถันความเผื่อ ภาพตัด ภาพช่วย การเขียนแบบสั่งงานแบบงานท่อ แบบงานก่อสร้าง และแบบงานไฟฟ้า | MECH0105* พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 2 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| | | | หน่วยกิต | ชม. ปฏิบัติการ |
| | | | 1 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Statics and Dynamics | ระบบของแรง แรงลัพธ์ โมเมนต์ โมเมนต์ลัพธ์ สมดุลของอนุภาคและวัตถุเกร็ง ใน 2 มิติ และ 3 มิติ พื้นฐานการวิเคราะห์โครงสร้าง โครงข้อหมุน โครงข้อแข็งและกลไก ความฝืด จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่และมวล พื้นฐานงานเสมือน เสถียรภาพโครงสร้าง พลศาสตร์ | MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Mechanical Engineering Process | ทฤษฎีและแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่ กระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว: งานหล่อ โลหะ งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ กระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น กระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก: การกลึง การไส การกัด การตัด การเจาะ และการเจีย กระบวนการประกอบ: สกรู หมุดย้ำ และการสวม การเชื่อมต่อวัสดุ: การเชื่อม การบัดกรีแข็ง การบัดกรีอ่อน และการใช้สารยึดติด การปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ: กระบวนการทางความร้อน, การเคลือบผิว กระบวนการผลิตสมัยใหม่: เหล็กกล้าความดันทานแรงสูง, ไปโอพลาสติก, การพิมพ์ 3 มิติ | MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 2 | 30 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-10 | |
| กลุ่มที่ 2 ความรู้ทางดิจิทัล | | | | |
| Digital Technology in Mechanical Engineering | กระบวนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อัลกอริธึมและการแก้ปัญหา การออกแบบแบบบนลงล่างและขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาซับซ้อน ชนิดข้อมูล ตัวแปร กลุ่มตัวแปร การจัดการตัวแปรกลุ่มตัวอักษร ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก การอ่านและเขียนข้อมูล คำสั่งควบคุมทิศทางทางเลือกและการทำซ้ำ ฟังก์ชัน โมดูล เมธอด การจัดการแฟ้มข้อมูล การเขียนโปรแกรมกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และการติดต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วง | MICC0202* การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 2 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| | | | หน่วยกิต | ชม. ปฏิบัติการ |
| | | | 1 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| | การออกแบบระบบควบคุมแบบพีไอดี การควบคุมแบบดิจิทัล | MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.6 | 9 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-3 | |

| องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|---|---|--|------------------------------------|------------|
| 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 3 พื้นฐานความร้อนและของไหล | | | | |
| Thermodynamics | หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ พลังงาน ความร้อน และงาน สมบัติของสารบริสุทธิ์ แก๊สอุดมคติ กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ วัฏจักรคาร์โนต์ เอนโทรปี การแปลงผันของพลังงานเบื้องต้น บทนำสู่กลไกการถ่ายเทความร้อน | MECH0220 อุณหพลศาสตร์ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Fluid Mechanics | สมบัติของของไหล ของไหลสถิต สมการโมเมนตัมและสมการพลังงาน สมการของความต่อเนื่องและการเคลื่อนที่ การวิเคราะห์มิติและความคล้าย การไหลคงตัวและอัดไม่ได้ | MECH0210 กลศาสตร์ของไหล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| | ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหล เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ เครื่องอัดอากาศ เครื่องเป่าอากาศ | MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 1.1 | 16.5 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-7, 10-13 | |
| การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล หลักการสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบและวิเคราะห์ปัญหาทางด้านการไหล | MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรมเครื่องกล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย | |
| | | 0.533 | 12 | |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 12-15 | | |
| กลุ่มที่ 4 วัสดุวิศวกรรมและกลศาสตร์วัสดุ | | | | |
| Engineering Materials | ความสำคัญและประโยชน์ของวัสดุวิศวกรรมกลุ่มหลักๆ เช่น โลหะ พอลิเมอร์ เซรามิก วัสดุกึ่งตัวนำ และวัสดุผสม เฟสไดอะแกรมและการแปลความหมาย การศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุ การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ การเสื่อมสภาพของวัสดุ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุวิศวกรรม และการประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรม | MATS0310 วัสดุวิศวกรรม | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Mechanics of Materials | ความเค้น ความเครียด สมบัติเชิงกลของวัสดุ การรับภาระตามแนวแกน การบิด สมดุลของคาน ความเค้นดัดงอในคาน ความเค้นเฉือนในคาน การโก่งของคาน การแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วมเกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา | MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| | การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล หลักการสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบและวิเคราะห์ปัญหาทางด้านความยืดหยุ่น | MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรมเครื่องกล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.533 | 12 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-4 | |
| กลุ่มที่ 5 อาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | | | | |
| Health, Safety and Environment | ทฤษฎีและแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่ กระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับเทรนด์ของเศรษฐกิจสีเขียวหมุนเวียนชีวภาพ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน | MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 1 | 15 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 11-15 | |
| | ตัวประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้า อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศในการเผาไหม้ | MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.4 | 6 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 2, 11 | |
| ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำความเย็นและสัมประสิทธิ์สมรรถนะ การวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ สารทำความเย็นและคุณสมบัติ สารทำความเย็นและคุณสมบัติ การปรับอากาศ | MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย | |
| | | 1 | 15 | |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1, 3, 9, 10, 15 | | |

| องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|--|--|--|--------------------------------------|------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกล | | | | |
| Machinery Systems | ระบบขับเคลื่อน โยง แผนผังจลนศาสตร์ อันดับของความอิสระในการเคลื่อนที่ ระบบขับเคลื่อนสมมูล การวิเคราะห์ความเร็ว ลูกเบี้ยว ขบวนการเฟือง การวิเคราะห์ขบวนการเฟือง การวิเคราะห์ความเร่ง แผนผังความเร่ง การวิเคราะห์แรงในระบบกลไกแรงในระบบขับเคลื่อน การวิเคราะห์แรงสถิต การวิเคราะห์แรงพลวัต สมดุลในเครื่องจักรกล สมดุลสถิต สมดุลพลวัต | MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Machine Design | ทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาระสถิต ความล้าและทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาระแปรเปลี่ยน หลักการออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐาน อาทิ เฟลาและส่วนประกอบของเฟลา สกรูยึด หมุดย้ำ รอยเชื่อม สปริง โรลลิงแบร์ริง การส่งกำลังรูปแบบต่างๆ และโครงการนการออกแบบเชิงกล | MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Prime Movers | วงจไฟฟ้าและวงจโรเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น: พื้นฐานและกฎทางไฟฟ้า ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์สะสมพลังงาน การวิเคราะห์เฟสเซอร์ วงจไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสและสามเฟส ไดโอด ทหรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ เครื่องจักรกลไฟฟ้าและระบบไฟฟ้ากำลัง: กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ สายไฟฟ้าและระบบการเดินสายไฟฟ้า อุปกรณ์และระบบป้องกันทางไฟฟ้า มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าเบื้องต้น หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องจักรกลไฟฟ้าเบื้องต้น ระบบควบคุมทางไฟฟ้ากำลัง ยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ | EECC0232* พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 1.6 | 36 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-11, 13 | |
| แก๊ส | กังหันไฮดรอลิก กังหันแก๊ส | MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.8 | 12 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 8, 9, 14, 15 | |
| การวิเคราะห์วัฏจักรไอน้ำ วัฏจักรแรงคิน วัฏจักรคาร์โนต์ ระบบผลิตกำลังงานและความร้อนร่วมหรือโคเจเนอเรชัน ประเภทของระบบโคเจเนอเรชัน ชนิดของกังหันไอน้ำ การวิเคราะห์วัฏจักรกังหันแก๊ส วัฏจักรเปิดและวัฏจักรปิด วัฏจักรกังหันแก๊สอย่างง่าย และวัฏจักรที่มีการปรับปรุงสมรรถนะ ประสิทธิภาพเครื่องอัดและกังหัน วัฏจักรผลิตกำลังร่วม วัฏจักรไอคู่ วัฏจักรควบสาม วัฏจักรร่วม | MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย | |
| | | 0.8 | 12 | |
| | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 3, 7, 8, 11, 12 | | |

| องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับ องค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|---|---|--|--|------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะ ทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ | | | | |
| Heat Transfer | หลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน หลักการความ ต้านทานความร้อน สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม การนำความร้อนสภาวะคงตัว สมการทั่วไปของการนำความ ร้อนในพิกัดต่างๆ ที่มีและไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน การถ่ายเทความร้อนผ่านครีบบ การนำความร้อนสภาวะไม่คง ตัว หลักการพาความร้อน การพาความร้อนแบบอิสระและ แบบบังคับ การไหลภายนอกด้วยการไหลแบบราบเรียบและ ปั่นป่วน การไหลภายในด้วยการไหลแบบราบเรียบและ ปั่นป่วน การถ่ายเทความร้อนของกลุ่มท่อ เครื่องแลกเปลี่ยน ความร้อน การเดือดและการควบแน่น ประเภทของเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อน การคำนวณเครื่องแลกเปลี่ยนความ ร้อน กระบวนการและสมบัติการแผ่รังสีความร้อน การแผ่ รังสีความร้อนระหว่างพื้นผิว การพาความร้อนร่วมกับการแผ่ รังสีความร้อน | MECH0362 การถ่ายเทความร้อน | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| | การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทาง วิศวกรรมเครื่องกล หลักการสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบ และวิเคราะห์ปัญหาทางด้านถ่ายเทความร้อน | MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยในงาน วิศวกรรมเครื่องกล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.533 | 12 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 8-11 | |
| Air Conditioning and Refrigeration | ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำความเย็นและสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ ระบบอัดไอที่ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น วัฏจักรทำ ความเย็น การทำความเย็นแบบระเหยและหอระบายความ ร้อน การทำความเย็นแบบดูดกลืน การคำนวณภาระทำ ความเย็นของระบบทำความเย็น การทำเยือกแข็งอาหาร การปรับอากาศ การประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ การกระจายลมและการออกแบบระบบท่อลม | MECH0463 การทำความเย็นและการปรับ อากาศ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 2 | 30 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 2, 4-8, 11-14 | |
| Power Plant | ความร้อนซึ่กับไอน้ำ รีเจนเนอเรชัน การอุ่นน้ำป้อนและ เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด หลักการทำงานและการวิเคราะห์ เครื่องไล่ฟองแก๊ส เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบาย ไปข้างหน้า วัฏจักรกังหันแก๊สที่มีการหล่อเย็นอากาศอัด วัฏ จักรที่มีการอุ่นอากาศอัด และวัฏจักรที่มีการให้ความร้อนซ้ำ วัฏจักรกังหันแก๊สที่มีการให้ความร้อนซ้ำ วัฏจักรกังหันแก๊สที่ มีการให้ความร้อนซ้ำและอุ่นอากาศอัด โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส- กังหันไอน้ำ ข้อดีของโรงไฟฟ้ากำลังผลิตร่วม วัฏจักรที่มีการ ผลิตไอน้ำหลายความดัน โรงไฟฟ้าวัฏจักรร่วมที่มีการใช้ถ่าน หินเป็นเชื้อเพลิง โรงไฟฟ้า วัฏจักรแรงดันอินทรีย์ และ รูปแบบของโรงไฟฟ้าแก๊สชีวภาพ | MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 1.2 | 18 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 4, 6, 9, 10, 12, 13, 15 | |
| | ระบบท่อไอน้ำ การหาขนาดท่อ | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.6 | 9 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 13-15 | |

| องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับ องค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|---|--|--|---------------------------------------|------------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะ ทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ (ต่อ) | | | | |
| Thermal Systems Design | การออกแบบอุปกรณ์ในชุดทดลองการปรับอากาศที่มีการ ปรับคืนพลังงาน: ชุด Heating section และชุดเพิ่มความชื้น การออกแบบอุปกรณ์ในชุดทดลองการปรับอากาศที่มี การ ปรับคืนพลังงาน: ชุด Heating section และชุดเพิ่ม ความชื้น การออกแบบอุปกรณ์ในชุดทดลองการปรับอากาศ ที่มีการ ปรับคืนพลังงาน: ชุด Cooling coil การออกแบบ เครื่อง ควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ กังหันไอน้ำแต่ละประเภท การเลือกจำนวนท่อที่เหมาะสมในการออกแบบ เครื่อง ควบแน่น การเลือกขนาดปั้มน้ำหล่อเย็น การออกแบบเครื่อง ทำความร้อนในที่ปกอาศัย การออกแบบขดลวด ความร้อน การเลือกพัดลม การออกแบบโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล การกำหนดจำนวนเครื่องยนต์ การหาขนาดเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อนของระบบน้ำหล่อเย็นและปั้มน้ำหล่อ เย็น | MECH0465 การออกแบบระบบทางความ ร้อน | หน่วยกิต 1.6 | ชม. บรรยาย 24 |
| | ระบบท่อก๊าซ ระบบท่อน้ำร้อน การหาขนาดท่อ | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | หน่วยกิต 0.6 | ชม. บรรยาย 9 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 4-7, 10-13 | |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 8-10 | |
| กลุ่มที่ 3 ระบบพลวัตและการควบคุมอัตโนมัติ | | | | |
| Dynamic Systems | ระบบที่มีหนึ่งอันดับอิสระ ระบบหลายอันดับอิสระ การ เคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก | MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล | หน่วยกิต 0.6 | ชม. บรรยาย 9 |
| | แมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น: ตัวรับรู้สัญญาณและเครื่องมือวัด อุปกรณ์กระตุ้นเชิงกลและไฟฟ้า สัญญาณแอนะล็อกและ ดิจิทัล, ไมโครคอนโทรลเลอร์, การควบคุมอัตโนมัติ | MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบ ควบคุม | หน่วยกิต 1.4 | ชม. บรรยาย 21 |
| | การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทาง วิศวกรรมเครื่องกล หลักการสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบ และวิเคราะห์ปัญหาด้านพลวัต | MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยในงาน วิศวกรรมเครื่องกล | หน่วยกิต 0.401 | ชม. บรรยาย 9 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1, 2, 12 | |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-7 | |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 5-7 | |
| Automatic Controls | แบบจำลองของระบบพลศาสตร์ ฟังก์ชันถ่ายโอน การ ตอบสนองของระบบพลวัต การวิเคราะห์และออกแบบระบบ เชิงเวลา เสถียรภาพของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ การ วิเคราะห์เชิงความถี่ | MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบ ควบคุม | หน่วยกิต 1.6 | ชม. บรรยาย 24 |
| | แนะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น IoT, AI และอื่นๆ สำหรับ การประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ | EECC0232* พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | หน่วยกิต 0.267 | ชม. บรรยาย 6 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 8-15 | |
| IoT and Use of AI | ระบบปัญญาประดิษฐ์ | MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และ ปัญญาประดิษฐ์ | หน่วยกิต 1 | ชม. บรรยาย 15 |
| | การคำนวณกรอบอ้างอิงของหุ่นยนต์ จลนคณิตศาสตร์แขน กลแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับ การควบคุมตำแหน่ง แขนหุ่นยนต์ | MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และ ปัญญาประดิษฐ์ | หน่วยกิต 1.4 | ชม. บรรยาย 21 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 11-15 | |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 4-10 | |

| องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับ องค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|--|--|---|---|----------------|
| 2. องค์ความรู้เฉพาะ ทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 3 ระบบพลวัตและการควบคุมอัตโนมัติ (ต่อ) | | | | |
| Vibration | การสั่นสะเทือนแบบบิดตัว วิธีของระบบสมมูล การ สั่นสะเทือนแบบอิสระ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ วิธีงาน เสมือน การสั่นสะเทือนของระบบที่มีการหน่วง การวัดการ สั่นสะเทือน การสั่นสะเทือนแบบอิสระและแบบบังคับของ ระบบการสั่นหลายอันดับอิสระ การลดและการควบคุมการ สั่นสะเทือน | MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 2.4 | 36 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 3-11, 13-15 | |
| กลุ่มที่ 4 ระบบทางกลอื่นๆ | | | | |
| Energy | ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า พลังงานหมุนเวียน แนะนำเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและหลักการเปลี่ยนรูปพลังงาน ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ข้อที่ 1 และ 2 หลักการ ทำงานและการวิเคราะห์พลังงานของเครื่องอุณหภูมิต่ำ การ วิเคราะห์พลังงานของโรงไฟฟ้าวัฏจักรกังหันแก๊สและวัฏจักร กังหันไอน้ำ | EECC0232* พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.133 | 3 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 12, 13 | |
| | ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ สมบัติของสารบริสุทธิ์ กฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ การวิเคราะห์พลังงานกับ อุปกรณ์ทางความร้อนในบางอุตสาหกรรม เช่น ตู้อบ หม้อไอน้ำ เป็นต้น กระบวนการปรับอากาศ การสมดุลมวลและ พลังงานในกระบวนการปรับอากาศ กระบวนการทำความ เย็น กระบวนการลดความชื้นและการควบแน่น เครื่องแลกเปลี่ยน ความร้อน ครีบริบายความร้อน การถ่ายเทความร้อน โดยการควบแน่น สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของ การ ควบแน่น การควบแน่นบนกลุ่มท่อ กลไกการเดือด การเดือด แบบฟิล์มและแบบฟอง การถ่ายเทความร้อนโดย การเดือด สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของการเดือด การ วิเคราะห์ การใช้พลังงานในส่วนต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น กรณีศึกษาการ วิเคราะห์พลังงานในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ | MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 0.6 | 9 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1, 5, 14 | |
| | ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ สมบัติของสารบริสุทธิ์ กฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ การวิเคราะห์พลังงานกับ อุปกรณ์ทางความร้อนในบางอุตสาหกรรม เช่น ตู้อบ หม้อไอน้ำ เป็นต้น กระบวนการปรับอากาศ การสมดุลมวลและ พลังงานในกระบวนการปรับอากาศ กระบวนการทำความ เย็น กระบวนการลดความชื้นและการควบแน่น เครื่องแลกเปลี่ยน ความร้อน ครีบริบายความร้อน การถ่ายเทความร้อน โดยการควบแน่น สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของ การ ควบแน่น การควบแน่นบนกลุ่มท่อ กลไกการเดือด การเดือด แบบฟิล์มและแบบฟอง การถ่ายเทความร้อนโดย การเดือด สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของการเดือด การ วิเคราะห์ การใช้พลังงานในส่วนต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องอุณหภูมิต่ำ เป็นต้น กรณีศึกษาการ วิเคราะห์พลังงานในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ | MECH0465 การออกแบบระบบทางความ ร้อน | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 1.4 | 21 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-3, 6, 8, 9, 14, 15 | |
| Engineering Management and Economics | ศึกษาทฤษฎีจัดการสมัยใหม่ การเป็นผู้ประกอบการ การเป็น สตาร์ทอัพ (Start-up) หัวหน้างาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการกับคน ทรัพยากร และการจัดการองค์กรของ ระบบการผลิตและการบริการ ระบบการจัดการนวัตกรรมใน องค์กร รวมถึงการบริหารโรงงาน รูปแบบของธุรกิจสมัยใหม่ การสร้างกลยุทธ์ธุรกิจ การหาแหล่งทุน พื้นฐานทาง เศรษฐศาสตร์ทางวิศวกรรม การเงินและการตลาดโดยใช้ ทฤษฎีและเครื่องมือสมัยใหม่ การเพิ่มผลผลิตทางวิศวกรรม กฎหมายแรงงาน กฎหมายอุตสาหกรรม รวมถึงข้อกฎหมาย ที่เกี่ยวข้องกับการค้าทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ | MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับ วิศวกร | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 3 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |
| Fire Protection System | ระบบประปา ระบบท่อในอาคาร การหาขนาดท่อ การ ออกแบบระบบปั๊ม การเพิ่มความดันของน้ำในท่อ ระบบ ระบายน้ำฝน ระบบท่อดับเพลิง | MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | หน่วยกิต | ชม. บรรยาย |
| | | | 1.8 | 27 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-7, 11, 12 | |
| Computer-Aided Engineering | การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล การเขียนแบบโดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป (ชิ้นส่วน 3D, การเขียนภาพประกอบ และกำหนดรายละเอียดแบบสั่งงาน) | MECH0443* คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ เชิงกล | หน่วยกิต | ชม. ปฏิบัติการ |
| | | | 1 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ 1-15 | |

| องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด | เนื้อหาวิชาที่เทียบกับ องค์ความรู้ | ชื่อวิชา | ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง) | |
|--|--|--|----------------------------|----------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะ ทางวิศวกรรม | | | | |
| กลุ่มที่ 4 ระบบทางกลอื่นๆ (ต่อ) | | | | |
| | การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทาง วิศวกรรมเครื่องกล หลักการของโปรแกรมสำเร็จรูปที่ สามารถนำมาช่วยในสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบและ วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ทางด้านความยืดหยุ่น พลวัต การไหล และการถ่ายเทความร้อน | MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยในงาน วิศวกรรมเครื่องกล | หน่วยกิต | ชม. ปฏิบัติการ |
| | | | 1 | 45 |
| | | | ในแผนฯ มคอ.3 สัปดาห์ที่ | |
| | | | 1-15 | |

ตารางสรุปการแจกแจงภาระของรายวิชาตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนดสำหรับสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

| ลำดับ | รายวิชาเทียบ | องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------|-------------------------------------|------------|---------|----------------------------------|------------------------------|--|--|---|--------------------------------|--|---|---------------------------|
| | | 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | | | 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | | | 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | | | |
| | | 1. คณิตศาสตร์ | 2. ฟิสิกส์ | 3. เคมี | กลุ่มที่ 1 พื้นฐานการออกแบบ | กลุ่มที่ 2 ความรู้ทางดิจิทัล | กลุ่มที่ 3 พื้นฐานความรู้และความเข้าใจของไหล | กลุ่มที่ 4 วัสดุวิศวกรรมและกลศาสตร์วัสดุ | กลุ่มที่ 5 อาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกล | กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ | กลุ่มที่ 3 ระบบพลวัตและการควบคุมอัตโนมัติ | กลุ่มที่ 4 ระบบทางกลอื่นๆ |
| 1 | CHEM0120 3(6-0-6) | | | 3 | | | | | | | | | |
| 2 | CHEM0190 1(0-2-1) | | | 1 | | | | | | | | | |
| 3 | ECC0232 3(2-2-5) | | | | | | | | 2.6 | | 0.267 | 0.133 | |
| 4 | ENCC1001 3(6-0-6) | 2.2 | 0.8 | | | | | | | | | | |
| 5 | ENCC1002 3(6-0-6) | 1.4 | 1.6 | | | | | | | | | | |
| 6 | MATH2101 3(6-0-6) | 3 | | | | | | | | | | | |
| 7 | MATS0310 3(3-0-6) | | | | | | 3 | | | | | | |
| 8 | MECH0105 3(2-2-5) | | | | 3 | | | | | | | | |
| 9 | MECH0110 3(3-0-6) | | | | 3 | | | | | | | | |
| 10 | MECH0111 3(3-0-6) | | | | 3 | | | | | | | | |
| 11 | MECH0201 3(3-0-6) | | | | 2 | | | 1 | | | | | |
| 12 | MECH0202 3(3-0-6) | | | | | | | | | | | 3 | |
| 13 | MECH0210 3(3-0-6) | | | | | | 3 | | | | | | |
| 14 | MECH0220 3(3-0-6) | | | | | | 3 | | | | | | |
| 15 | MECH0230 3(3-0-6) | | | | | | 3 | | | | | | |
| 16 | MECH0240 3(3-0-6) | | | | | | | | 3 | | | | |
| 17 | MECH0301 3(2-2-5) | 3 | | | | | | | | | | | |
| 18 | MECH0340 3(3-0-6) | | | | | | | | 3 | | | | |
| 19 | MECH0352 3(3-0-6) | | | | | | 1.1 | | 0.8 | | | 1.1 | |
| 20 | MECH0360 3(3-0-6) | | | | | | | | | | 3 | | |
| 21 | MECH0362 3(3-0-6) | | | | | | | | | 3 | | | |
| 22 | MECH0363 3(3-0-6) | | | | | | | 0.4 | 0.8 | 1.2 | | 0.6 | |
| 23 | MECH0401 3(3-0-6) | | | | 0.6 | | | | | | 2.4 | | |
| 24 | MECH0410 3(3-0-6) | | | | | | | | | | 3 | | |
| 25 | MECH0443 3(2-2-5) | | | | | | | | 2 | | | 1 | |
| 26 | MECH0444 3(2-2-5) | | | | | | 0.533 | 0.533 | | 0.533 | 0.401 | 1 | |
| 27 | MECH0456 3(3-0-6) | | | | | | | | | 1.2 | | 1.8 | |
| 28 | MECH0463 3(3-0-6) | | | | | | | 1 | | 2 | | | |
| 29 | MECH0465 3(3-0-6) | | | | | | | | | 1.6 | | 1.4 | |
| 30 | MICC0202 3(2-2-5) | | | | 3 | | | | | | | | |
| 31 | PHYS0101 3(2-2-5) | | 3 | | | | | | | | | | |
| 32 | STAT0115 3(3-0-6) | 3 | | | | | | | | | | | |
| รวม | | 12.6 | 5.4 | 4 | 11 | 3.6 | 7.633 | 6.533 | 2.4 | 12.2 | 9.533 | 9.068 | 10.033 |
| | | 22 หน่วยกิต | | | 31.166 หน่วยกิต | | | | | 40.834 หน่วยกิต | | | |

4. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2565-2569

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|--|---------------------------------|---|---------------------|
| 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | 1. คณิตศาสตร์ | | |
| ENCC1001* คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์ | 1 | ดร.ธนากาญจน์ สุนทรกระจำจาง วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วท.ม. วิทยาการคอมพิวเตอร์ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| | 2 | อาจารย์กานต์ฐิตา สัมปันณา วท.บ. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วท.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| ENCC1002* แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 1 | ดร.ธนากาญจน์ สุนทรกระจำจาง วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วท.ม. วิทยาการคอมพิวเตอร์ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| | 2 | ดร.อรุณวรรณ อรุณพลังสันติ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| | 3 | ดร.สุรีย์พร สังข์สุวรรณ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วท.ม. สถิติ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. สถิติ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| STAT0115 สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 1 | ดร.สุรีย์พร สังข์สุวรรณ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี) วท.ม. สถิติ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. สถิติ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| MATH2101* คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 1 | ดร.วราภรณ์ กาญจนทวี วท.บ. คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) ปร.ด. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| | 2 | ดร.อรุณวรรณ อรุณพลังสันติ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------|
| 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | 1. คณิตศาสตร์ (ต่อ) | | |
| MECH0301* ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุยนันทน์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 29 ปี |
| 2. ฟิสิกส์ | | | |
| ENCC1001* คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | 1 | ดร.ธนาภญ สุทรกระจำจาง วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วท.ม. วิทยาการคอมพิวเตอร์ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| | 2 | อาจารย์กานต์จิตตา สัมปันณา วท.บ. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วท.ม. การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| ENCC1002* แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 1 | ดร.ธนาภญ สุทรกระจำจาง วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วท.ม. วิทยาการคอมพิวเตอร์ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| | 2 | ดร.อรุวรรณ อรุณพลังสันติ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยมหิดล) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| | 3 | ดร.สุรียพร สังข์สุวรรณ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วท.ม. สถิติ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) ปร.ด. สถิติ (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์) | ประสบการณ์สอน 22 ปี |
| PHYS0101* ฟิสิกส์ | 1 | ผศ.ดร.สมพงษ์ เลียงโรคาพาร วท.บ. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. Electrical Engineering (University of Surrey, United Kingdom) | ประสบการณ์สอน 32 ปี |
| | 2 | ผศ.ดร.สุพงษา เขตต์คีรี วท.บ. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยบูรพา) วท.ม. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 15 ปี |
| | 3 | ผศ.ภรวัฏ ธนกิติวิรุฬ วท.บ. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วท.ม. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 27 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | |
|-------------------------------------|---------------------------------|---|
| 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | 2. ฟิสิกส์ (ต่อ) | |
| | 4 | อาจารย์ชัชชาติ ชานูสมร \| ประสบการณ์สอน 31 ปี วท.บ. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มหาวิทยาลัยรามคำแหง) |
| | 5 | อาจารย์ศุภกัญญา วัฒนการุณ \| ประสบการณ์สอน 25 ปี วท.บ. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) |
| | 6 | อาจารย์เยาวมาลย์ รพีพันธุ์ \| ประสบการณ์สอน 19 ปี วท.บ. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วท.ม. ฟิสิกส์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) |
| | 3. เคมี | |
| CHEM0120 เคมี | 1 | ดร.ประภาส ขอพิง \| ประสบการณ์สอน 25 ปี วท.บ. เคมี (มหาวิทยาลัยรามคำแหง) วท.ม. ปีโตรเคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ด. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |
| | 2 | ดร.ประวิทย์ สิงโตทอง \| ประสบการณ์สอน 25 ปี วท.บ. เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ด. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |
| | 3 | ดร.ดำรงค์ สมมิตร \| ประสบการณ์สอน 21 ปี วท.บ. เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ด. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |
| | 4 | ดร.สันติ ตั้งประภา \| ประสบการณ์สอน 21 ปี วท.บ. เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ปร.ด. เคมีประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) |
| | 5 | อาจารย์อัญชลี ทองสิมา \| ประสบการณ์สอน 21 ปี วท.บ. ชีวเคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. ชีวเคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |
| CHEM0190* ปฏิบัติการเคมี | 1 | ดร.ประภาส ขอพิง \| ประสบการณ์สอน 25 ปี วท.บ. เคมี (มหาวิทยาลัยรามคำแหง) วท.ม. ปีโตรเคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ด. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |
| | 2 | ดร.ประวิทย์ สิงโตทอง \| ประสบการณ์สอน 25 ปี วท.บ. เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ด. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |
| | 3 | ดร.ดำรงค์ สมมิตร \| ประสบการณ์สอน 21 ปี วท.บ. เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ด. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------|
| 1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | | | |
| | 3. เคมี (ต่อ) | | |
| | 4 | ดร.สันติ ตั้งประภา วท.บ. เคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ปร.ด. เคมีประยุกต์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 21 ปี |
| | 5 | อาจารย์อัญชลี ทองสิมา วท.บ. ชีวเคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. ชีวเคมี (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | ประสบการณ์สอน 21 ปี |
| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
| 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | |
| กลุ่มที่ 1 พื้นฐานการออกแบบ | | | |
| MECH0105* พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | 1 | ผศ.ดร.กฤษณ์ เรืองพยุงค์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 23 ปี |
| | 2 | ผศ.ดร.ปรัชญา สำรวสินธุ์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 17 ปี |
| | 3 | อาจารย์รัตติกาล สมัน วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 4 ปี |
| MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม | 1 | ผศ.ดร.รัชเวช หาญชูวงศ์ วศ.บ. วิศวกรรมเกษตร (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. วิศวกรรมโยธา (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) ปร.ด. วิศวกรรมโยธา (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) | ประสบการณ์สอน 15 ปี |
| | 2 | ดร.ชลลดา เลาะพอ วศ.บ. วิศวกรรมโยธา (มหาวิทยาลัยมหิดล) วศ.ม. วิศวกรรมโยธา (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ด. วิศวกรรมโยธา (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | ประสบการณ์สอน 10 ปี |
| | 3 | อาจารย์วิษณุ วงศ์วานิชวัฒนา วศ.บ. วิศวกรรมโยธา (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) M.Eng. Construction Engineering and Management (Asian Institute of Technology) | ประสบการณ์สอน 28 ปี |
| MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม | 1 | ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมการผลิต (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|--|---------------------------------|--|---------------------|
| 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | |
| กลุ่มที่ 1 พื้นฐานการออกแบบ (ต่อ) | | | |
| MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 1 | ผศ.ดร.ปรัชญา สำรายสินธุ์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 17 ปี |
| กลุ่มที่ 2 ความรู้ทางดิจิทัล | | | |
| MICC0202* การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ด้วยภาษาไพธอน | 1 | อาจารย์ณัฐพงษ์ จันทร์แดง วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (คอมพิวเตอร์) (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 3 ปี |
| MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 1 | ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมการผลิต (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| กลุ่มที่ 3 พื้นฐานความร้อนและของไหล | | | |
| MECH0220 อุณหพลศาสตร์ | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | ผศ.ดร.นุภาพ แยมไตรพัฒน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 26 ปี |
| | 3 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ อส.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| MECH0210 กลศาสตร์ของไหล | 1 | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| | 2 | ผศ.ดร.วาโย ช้างเจริญ วศ.บ. การบินและอวกาศยาน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 15 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | |
|---|---|---|---------------------|
| 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | |
| กลุ่มที่ 3 พื้นฐานความรู้และของไหล (ต่อ) | | | |
| MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | 1 | ผศ.ดร.วายุ ช้างเจริญ วศ.บ. การบินและอวกาศยาน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 15 ปี |
| MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุຍະนันท์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 29 ปี |
| กลุ่มที่ 4 วัสดุวิศวกรรมและกลศาสตร์วัสดุ | | | |
| MATS0310 วัสดุวิศวกรรม | 1 | ดร.ชิตชนันท์ สารวัักษ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒองค์รักษ์) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D Chemical Engineering (Institute of Process Engineering, University of Academy of Sciences, China) | ประสบการณ์สอน 11 ปี |
| MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุຍະนันท์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 29 ปี |
| MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุຍະนันท์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 29 ปี |
| กลุ่มที่ 5 อาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | | | |
| MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 1 | ผศ.ดร.ปรัชญา สำรวยสินธุ์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 17 ปี |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหการ (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ วศ.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | |
|--|---|--|---------------------|
| 2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม | | | |
| กลุ่มที่ 5 อาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (ต่อ) | | | |
| MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 1 | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนพิพัฒน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ) วศ.ม. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 21 ปี |
| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | |
| 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | | | |
| กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกล | | | |
| MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 1 | ดร.ประพนธ์ ทศกานนท์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 16 ปี |
| MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 1 | อาจารย์คณธพนธ์ ศรีสถิตย์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 23 ปี |
| MECH0443* คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 1 | ผศ.สรวิทย์ สัจจกาญจน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 16 ปี |
| EECC0232* พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 1 | รศ.ดร. สมภพ ภูริวิริยพงศ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ม. ไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 28 ปี |
| | 2 | ผศ.พัลลภ พันธุ์ปรีชารัตน์ อศ.บ. (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร วศ.ม. (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | ประสบการณ์สอน 30 ปี |
| MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | 1 | ผศ.ดร.วายุ ช้างเจริญ วศ.บ. การบินและอวกาศยาน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 15 ปี |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ อศ.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|---|---|--|---------------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ | | |
| MECH0362 การถ่ายเทความร้อน | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ อ.ส.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| | 3 | อาจารย์รัตติกาล สมัน วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 4 ปี |
| MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุยนันทน์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 29 ปี |
| MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 1 | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ) วศ.ม. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 21 ปี |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ อ.ส.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | 1 | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 23 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|---|---------------------------------|--|---------------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | | | |
| กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ (ต่อ) | | | |
| MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สติตเรืองศักดิ์ อ.ส.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| กลุ่มที่ 3 ระบบพลวัตและการควบคุมอัตโนมัติ | | | |
| MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล | 1 | ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 30 ปี |
| MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 1 | ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 30 ปี |
| MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุยนันท์ วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) | ประสบการณ์สอน 29 ปี |
| EECC0232* พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 1 | รศ.ดร. สมภพ ภูริวิทย์พงศ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ม. ไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. Satellite Engineering (University of Surrey) | ประสบการณ์สอน 28 ปี |
| | 2 | ผศ.พัลลภ พันธุประวีร์รัตน์ อ.ศ.บ. (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร วศ.ม. (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | ประสบการณ์สอน 30 ปี |
| MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 1 | ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมการผลิต (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | | |
|--|----------------------------------|--|---------------------|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | กลุ่มที่ 4 ระบบทางกลอื่นๆ | | |
| EECC0232* พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 1 | รศ.ดร. สมภพ ภูริวิกรัยพงศ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ม. ไฟฟ้า (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. Satellite Engineering (University of Surrey) | ประสบการณ์สอน 28 ปี |
| | 2 | ผศ.พัลลภ พันธบุรีชาร์ตัน อศ.บ. (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร วศ.ม. (อิเล็กทรอนิกส์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | ประสบการณ์สอน 30 ปี |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ อศ.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน | 1 | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ วศ.บ. อุตสาหกรรม (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) วศ.ม. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 20 ปี |
| | 2 | รศ.ดร.ประสาน สถิตเรืองศักดิ์ อศ.บ. เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) วศ.ม. เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) ปร.ด. เทคโนโลยีพลังงาน (มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี) | ประสบการณ์สอน 18 ปี |
| MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 1 | อาจารย์พิพัฒน์พงศ์ เทพมณี วศ.บ. วิศวกรรมโลจิสติกส์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) วศ.ม. วิศวกรรมวัสดุและการผลิต (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ) วท.ม. การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | ประสบการณ์สอน 2 ปี |
| MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | 1 | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ด. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) | ประสบการณ์สอน 23 ปี |
| MECH0443* คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 1 | ผศ.สรวิทย์ สัจจกาญจน์ วศ.บ. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) วศ.ม. เครื่องกล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร) | ประสบการณ์สอน 16 ปี |

| สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา | รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน | |
|---|---------------------------------|--|
| 3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม | | |
| กลุ่มที่ 4 ระบบทางกลอื่นๆ (ต่อ) | | |
| MECH0444* คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 1 | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุยนันทน์ \| ประสบการณ์สอน 29 ปี วศ.บ. เครื่องกล (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) M.Sc. Engineering and Manufacturing Management (Coventry University, UK) Ph.D. Mechanical Engineering (University of Sheffield, UK) |

ส่วนที่ 5 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา

1. ห้องปฏิบัติการ

1.1. บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้จัดแบ่งหมวดหมู่ของห้องปฏิบัติการออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

- (1) กลุ่มที่ 1 ห้องปฏิบัติการกลศาสตร์ประยุกต์ (Applied Mechanics Laboratory)
- (2) กลุ่มที่ 2 ห้องปฏิบัติการพลศาสตร์ทางความร้อน (Thermal Laboratory)
- (3) กลุ่มที่ 3 ห้องปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics Laboratory)
- (4) กลุ่มที่ 4 ห้องปฏิบัติการยานยนต์ (Automotive Laboratory)

สภาวิศวกรได้กำหนดห้องปฏิบัติการไว้โดยแบ่งเป็น 5 ลักษณะ ได้แก่

- (1) ห้องปฏิบัติการ Dynamics
- (2) ห้องปฏิบัติการ Material Testing
- (3) ห้องปฏิบัติการ Thermodynamics & Heat Transfer
- (4) ห้องปฏิบัติการ Fluid Mechanics
- (5) ห้องปฏิบัติการ Automotive Engineering

เพื่อความชัดเจนยิ่งขึ้นในที่นี้จะได้เปรียบเทียบห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลกับข้อกำหนดของสภาวิศวกรดังตารางต่อไปนี้

ตารางเปรียบเทียบห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลกับข้อกำหนดของสภาวิศวกร

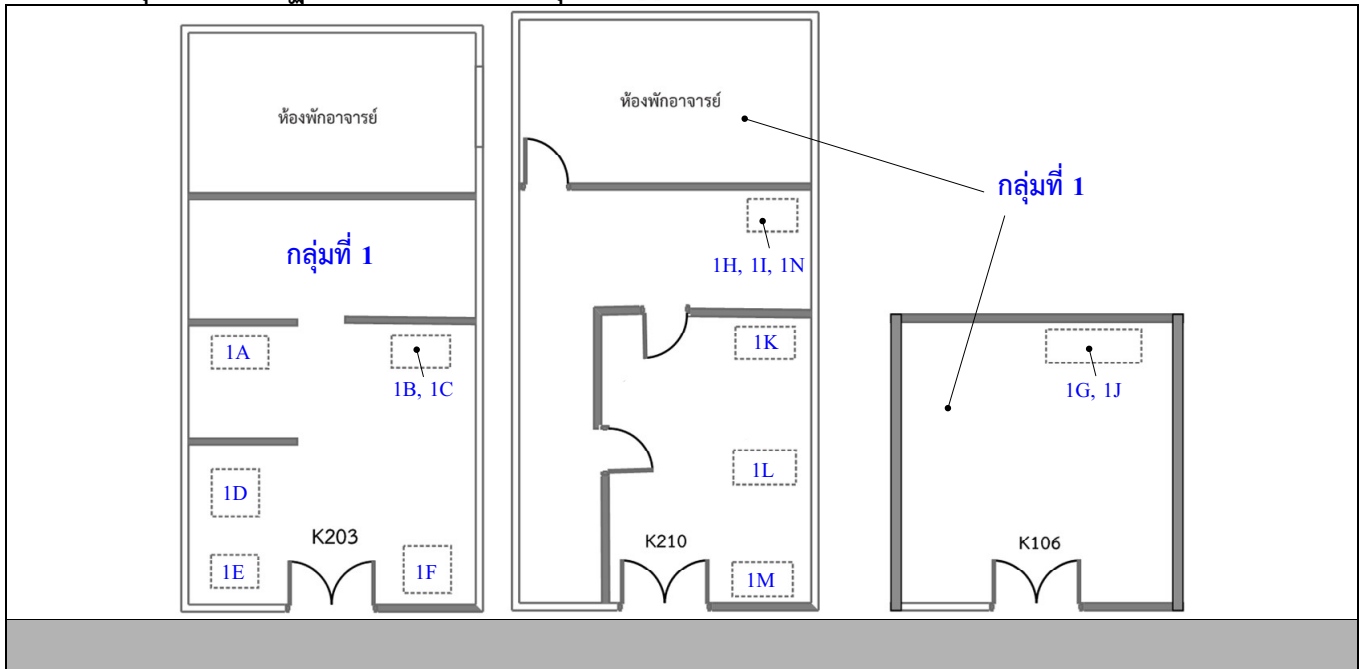
| ข้อกำหนดของสภาวิศวกร | | ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | | |
|----------------------------|-----------------------------|---|--|---------------------|
| 1. ห้องปฏิบัติการ Dynamics | | | | |
| ลำดับ | ชื่อการทดลอง | สถานะ | ชื่อการทดลอง | หมายเหตุ |
| 1 | Universal Balancing Machine | ไม่มี | - | - |
| 2 | Acceleration of Gear System | ไม่มี | - | - |
| 3 | Feedback Control | มี | ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบระบบเปิดด้วยสัญญาณแอนะล็อก (Open System DC Motor Control with Analog Signal) | กลุ่มที่ 1: แล็บ 1A |
| 4 | Vibration Test Set | มี | การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีการหน่วง (Force Vibration with Damper) | กลุ่มที่ 1: แล็บ 1B |
| | | มี | การสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free Vibration) | กลุ่มที่ 1: แล็บ 1C |
| 5 | Gyroscope | ไม่มี | - | - |
| 6 | Lab for Other in Dynamics | มี | ชุดทดลองการควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping Motor Control Testing) | กลุ่มที่ 1: แล็บ 1D |
| | | มี | การประยุกต์ใช้เทอร์มิสเตอร์วัดอุณหภูมิ (Thermistor Application for Temperature Measuring) | กลุ่มที่ 1: แล็บ 1E |
| | | มี | ชุดทดลองการใช้งานการ์ดเสียงด้วยโปรแกรมแล็บวิว (Sound Card Application with LabVIEW) | กลุ่มที่ 1: แล็บ 1F |

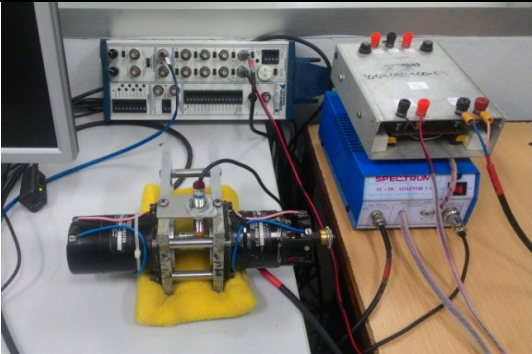
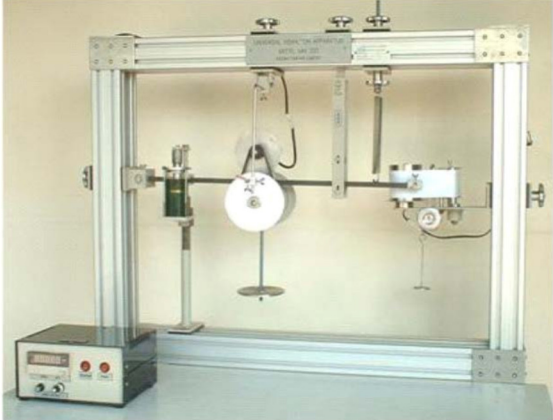
| ข้อกำหนดของสภาวิศวกร | | ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | | |
|--|---|---|--|------------------------|
| 2. ห้องปฏิบัติการ Material Testing | | | | |
| ลำดับ | ชื่อการทดลอง | สถานะ | ชื่อการทดลอง | หมายเหตุ |
| 1 | Tensile Test set | มี | ชุดทดสอบแรงดึง (Tensile Test) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1G |
| 2 | Brinell and Rockwell Hardness Tester | มี | เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์ (Rockwell Hardness Testing Machine) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1H |
| 3 | Torsion Test set | มี | ชุดทดสอบการบิด (Torsion Test) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1I |
| 4 | Fatigue Test set | ไม่มี | - | - |
| 5 | Universal Testing Machine | มี | เครื่องทดสอบแรงตามแนวแกน (Axial Testing Machine) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1J |
| 6 | Lab for Other in Material Testing | มี | การทดสอบการโก่งตัวของคานยื่น (Cantilever Beam Deflection Testing) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1K |
| | | มี | การทดสอบการโก่งตัวของคานอย่างง่าย (Simply Beam Deflection Testing) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1L |
| | | มี | ชุดทดลองการโก่งตัวของคานแบบหน้าตัดไม่สมมาตร (Deflection of Unsymmetrical Beam) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1M |
| | | มี | การทดสอบความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำในการวัดด้วยเกจบล็อก (Error and Accuracy Testing by Gauge Block) | กลุ่มที่ 1: แฉับ 1N |
| 3. ห้องปฏิบัติการ Thermodynamics & Heat Transfer | | | | |
| ลำดับ | ชื่อการทดลอง | สถานะ | ชื่อการทดลอง | หมายเหตุ |
| 1 | Heat Conduction Test Set | ไม่มี | - | - |
| 2 | Heat Radiation Test Set | มี | ชุดทดลองการแผ่รังสีความร้อน (Heat Radiation Test Set) | กลุ่มที่ 2: แฉับ 2A |
| 3 | Free & Forced Heat Convection Test Set | มี | ชุดทดลองการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับ (Free and Forced Convection Heat Transfer Unit) | กลุ่มที่ 2: แฉับ 2B |
| 4 | Refrigeration Unit | ไม่มี | - | - |
| 5 | Air Conditioning Unit | มี | ชุดทดลองการปรับอากาศ (Air-Conditioning Test Set) | กลุ่มที่ 2: แฉับ 2C |
| 6 | Bomb Calorimeter | ไม่มี | - | - |
| 7 | Internal Combustion Engine Test Set | ไม่มี | - | - |
| 8 | Boiler Test Set | มี | ชุดทดลองการเดือดและการควบแน่น (Boiling and Condensation Testing Unit) | กลุ่มที่ 2: แฉับ 2D |
| 9 | Gas Turbine Test Set | ไม่มี | - | - |
| 10 | Lab for Other in Thermodynamics & Heat Transfer | มี | ชุดทดลองการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยท่อร่วมศูนย์ (Concentric Tube Heat Exchangers) | กลุ่มที่ 2: แฉับ 2E |
| | | มี | ปัจจัยทางพื้นที่โดยการใช้แหล่งความร้อน (Area Factor Using Heat Source) | กลุ่มที่ 2: แฉับ 2F |

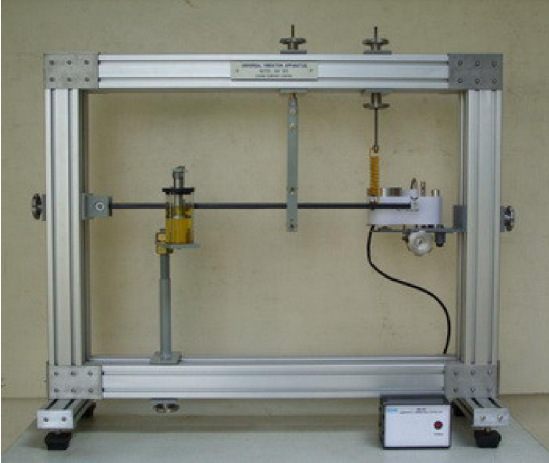
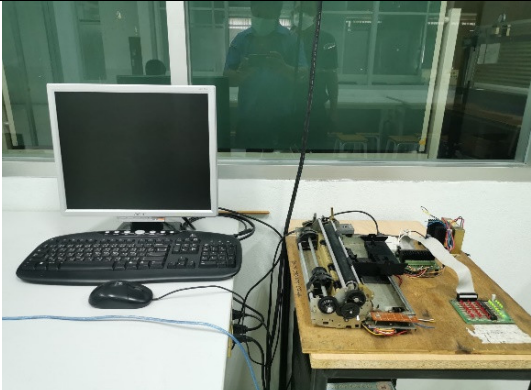


| ข้อกำหนดของสภาวิศวกร | | ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล | | |
|--|-----------------------------------|---|--|------------------------|
| 4. ห้องปฏิบัติการ Fluid Mechanics | | | | |
| ลำดับ | ชื่อการทดลอง | สถานะ | ชื่อการทดลอง | หมายเหตุ |
| 1 | Centrifugal Pump Test Set | มี | ชุดทดลองประสิทธิภาพของปั้มน้ำ (Water Pump Efficiency Test) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3A |
| 2 | Multi-Pump Test Set | มี | ชุดทดลองหาประสิทธิภาพของปั้มน้ำที่ต่อขนานและอนุกรมกัน (Parallel and Serial Pump Efficiency Test) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3B |
| 3 | Pelton & Francis Turbine Test Set | มี | ชุดทดลองประสิทธิภาพกังหันน้ำเพลตัน (Pelton Water Turbine Efficiency Test Set) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3C |
| 4 | Air Flow Test Set | มี | ชุดวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยเวนจูรีและแผ่นออริฟิส (Air Flow Meter by Venturi and Orifice Plate) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3D |
| 5 | Flow or Fiction Loss in Pipe | มี | ชุดวัดการสูญเสียกำลังการไหลในท่อ (Flow or Friction Loss in Pipe) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3E |
| 6 | Lab for Other in Fluid Mechanics | มี | ชุดวัดอัตราการไหลของน้ำในรางเปิดโดยใช้วีโนช (Water Flow in Open Chanel by V-notch) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3F |
| | | มี | ชุดทดลองการปะทะเป้าของลำเจ็ทของน้ำในแนวตั้ง (Vertical Impact of Water Jet) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3G |
| | | มี | การประเมินขนาดของปั้มน้ำ (Water Pump Size Evaluation) | กลุ่มที่ 3: แล็บ 3H |
| 5. ห้องปฏิบัติการ Automotive Engineering | | สถานะ | ชื่อการทดลอง | หมายเหตุ |
| 1 | Engine Set | มี | ชุดฝึกเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine Set Training) | กลุ่มที่ 4: แล็บ 4A |
| 2 | Manual Gear Set | มี | ชุดฝึกเกียร์ธรรมดาขับหลัง (ผ่า) (Manual Rear Gear Set Training) (Section) | กลุ่มที่ 4: แล็บ 4B |
| 3 | Sectional Engine | มี | ชุดฝึกเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (ผ่า) (Gasoline Engine Training) (Section) | กลุ่มที่ 4: แล็บ 4C |
| 4 | Automatic Gear Set | มี | ชุดฝึกเกียร์อัตโนมัติขับหน้า (ผ่า) (Automatic Front Gear Set Training) (Section) | กลุ่มที่ 4: แล็บ 4D |
| 5 | Drum/Disc Brake Set | มี | ระบบเบรกและส่วนประกอบ (Brake System and Components) | กลุ่มที่ 4: แล็บ 4E |



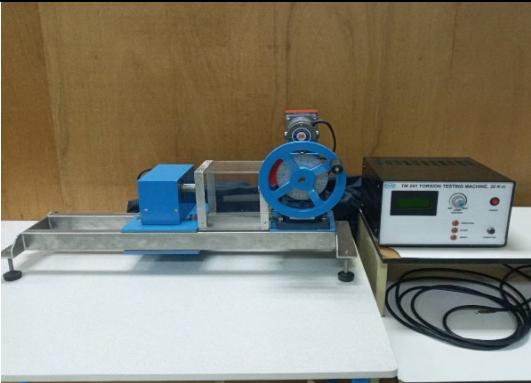

ชั้นนี้ห้องปฏิบัติการทั้ง 4 กลุ่ม จะมีข้อมูลสรุปพอสังเขปดังนี้


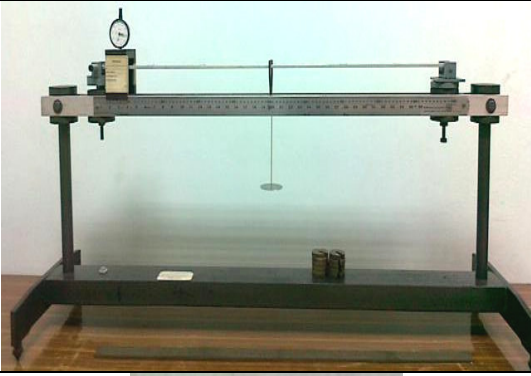


● **กลุ่มที่ 1 ห้องปฏิบัติการกลศาสตร์ประยุกต์ (Applied Mechanics Laboratory)**



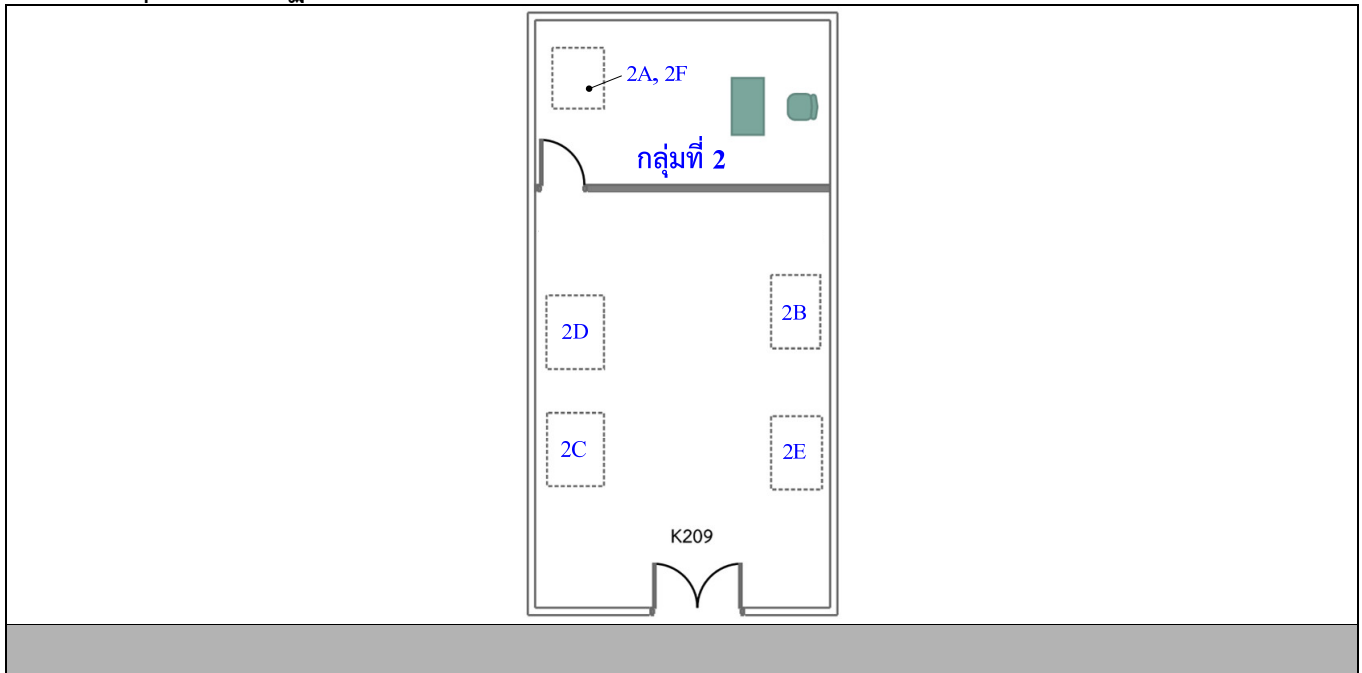
| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|--|--|-------|
| 1 | ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงแบบระบบเปิดด้วยสัญญาณแอนะล็อก (Open System DC Motor Control with Analog Signal) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1A |  | 1 ชุด |
| 2 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีการหน่วง (Force Vibration with Damper) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1B |  | 1 ชุด |

| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|---|--|-------|
| 3 | การสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free Vibration) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1C |  | 1 ชุด |
| 4 | ชุดทดลองการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ (Stepping Motor Control Testing) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1D |  | 1 ชุด |
| 5 | การประยุกต์ใช้เทอร์มิสเตอร์วัดอุณหภูมิ (Thermistor Application for Temperature Measuring) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1E |  | 1 ชุด |
| 6 | ชุดทดลองการใช้งานการ์ดเสียงด้วยโปรแกรมแล็บวิว (Sound Card Application with LabVIEW) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1F |  | 1 ชุด |


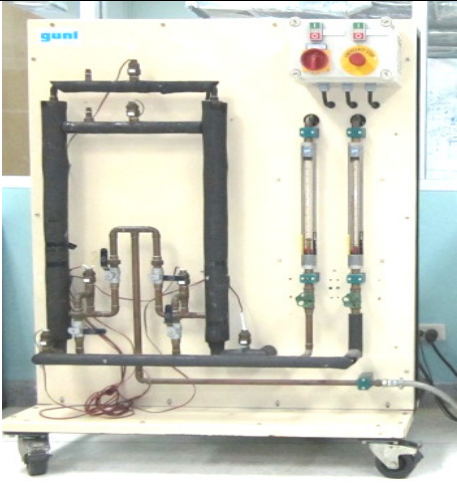
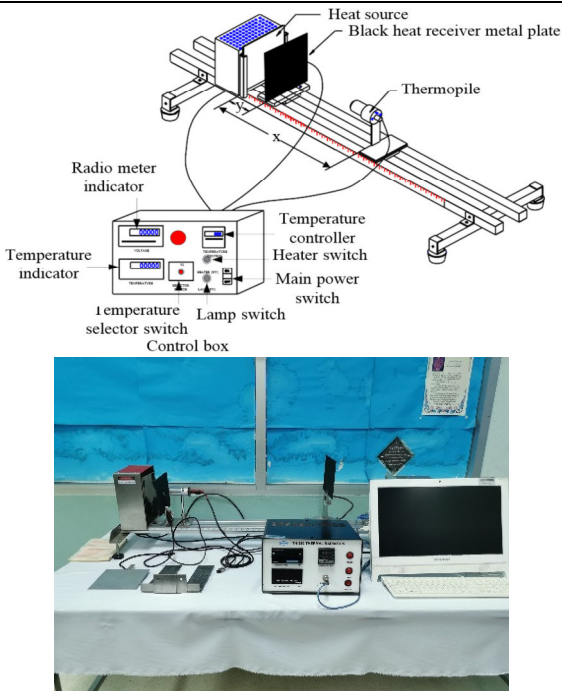
| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|--|--|-------|
| 7 | ชุดทดสอบแรงดึง (Tensile Test) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1G |  | 1 ชุด |
| 8 | เครื่องทดสอบความแข็งแบบร็อกเวลล์ (Rockwell Hardness Testing Machine) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1H |  | 1 ชุด |
| 9 | เครื่องทดสอบการบิด (Torsion Testing Machine) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1I |  | 1 ชุด |
| 10 | เครื่องทดสอบแรงตามแนวแกน (Axial Testing Machine) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1J |  | 1 ชุด |

| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|---|--|-------|
| 11 | การทดสอบการโก่งตัวของคานยื่น (Cantilever Beam Deflection Testing) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1K |  | 1 ชุด |
| 12 | การทดสอบการโก่งตัวของคานอย่างง่าย (Simply Beam Deflection Testing) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1L |  | 1 ชุด |
| 13 | ชุดทดลองการโก่งตัวของคานแบบหน้าตัด ไม่สมมาตร (Deflection of Unsymmetrical Beam) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1M |  | 1 ชุด |
| 14 | การทดสอบความคลาดเคลื่อนและความ แม่นตรงในการวัดด้วยเกจบล็อก (Error and Accuracy Testing by Gauge Block) กลุ่มที่ 1: แล็บ 1N |  | 1 ชุด |

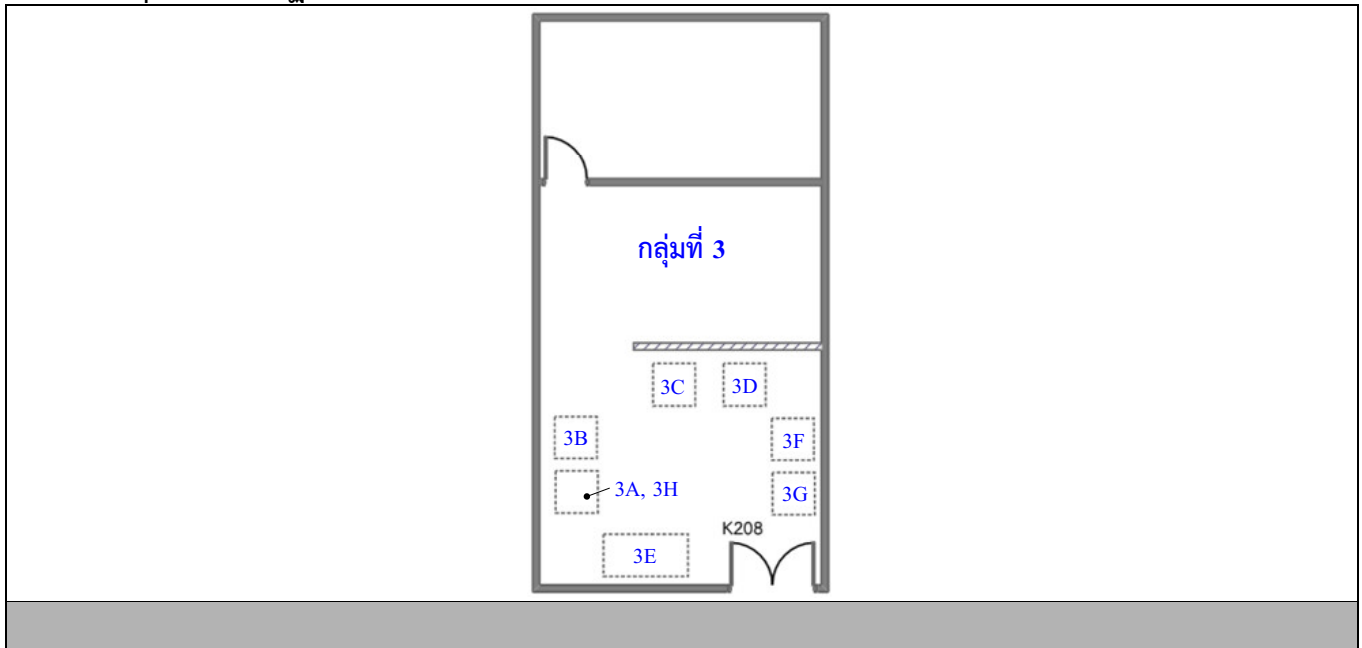
● กลุ่มที่ 2 ห้องปฏิบัติการพลศาสตร์ทางความร้อน (Thermal Laboratory)



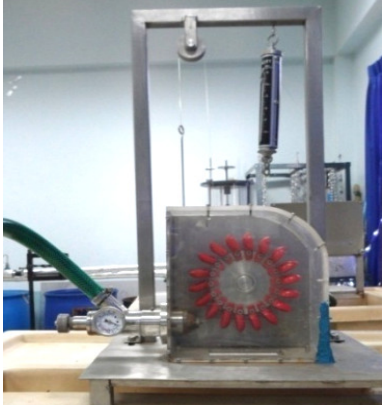



| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|--|---|-------|
| 1 | ชุดทดลองการแผ่รังสีความร้อน (Heat Radiation Test Set) กลุ่มที่ 2: แล็บ 2A | Black heat receiver metal plate Thermopile Control box | 1 ชุด |
| 2 | ชุดทดลองการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับ (Free and Forced Convection Heat Transfer Unit) กลุ่มที่ 2: แล็บ 2B | | 1 ชุด |
| 3 | ชุดทดลองการปรับอากาศ (Air-Conditioning Test Set) กลุ่มที่ 2: แล็บ 2C | | 1 ชุด |

| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|---|---|-------|
| 4 | ชุดทดลองการเดือดและการควบแน่น (Boiling and Condensation Testing Unit) กลุ่มที่ 2: แล็บ 2D |  | 1 ชุด |
| 5 | ชุดทดลองการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยท่อร่วมศูนย์ (Concentric Tube Heat Exchangers) กลุ่มที่ 2: แล็บ 2E |  | 1 ชุด |
| 6 | ปัจจัยทางพื้นที่โดยการใช้แหล่งความร้อน (Area Factor Using Heat Source) กลุ่มที่ 2: แล็บ 2F |  | 1 ชุด |

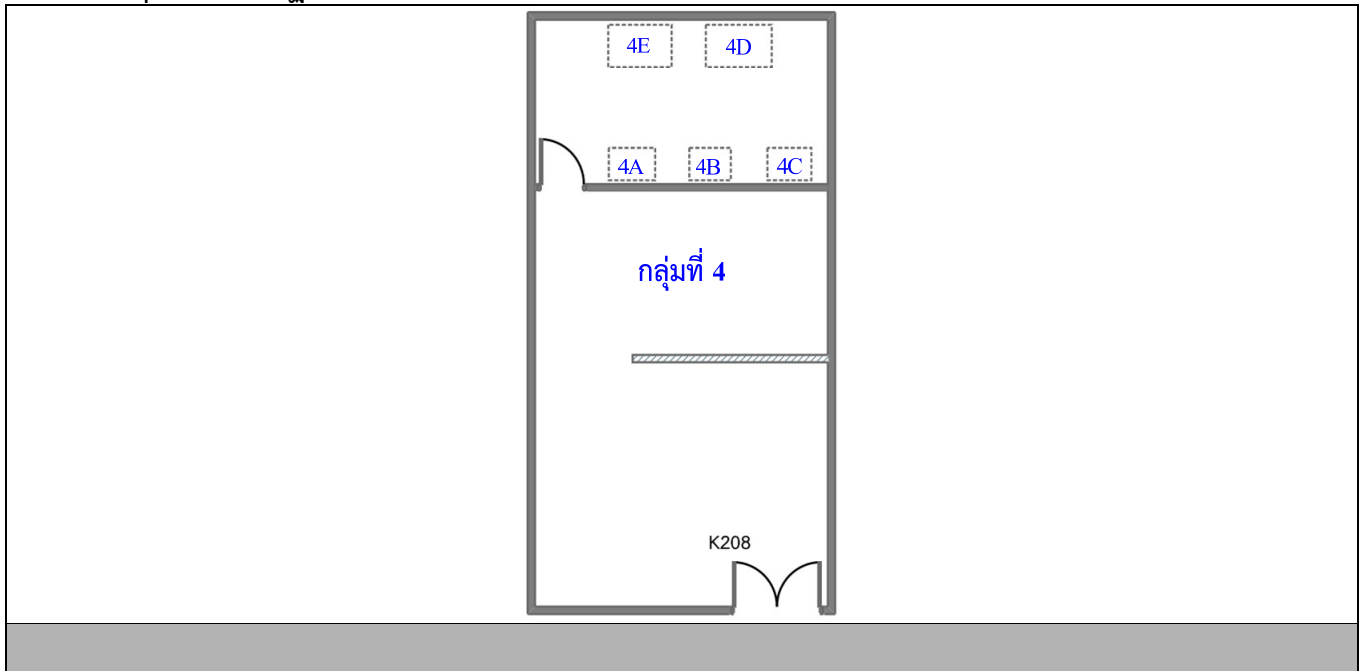
● กลุ่มที่ 3 ห้องปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics Laboratory)








| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รูปรายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|--|--|-------|
| 1 | ชุดทดลองประสิทธิภาพของปั้มน้ำ (Water Pump Efficiency Test) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3A |  | 1 ชุด |
| 2 | ชุดทดลองหาประสิทธิภาพของปั้มน้ำที่ต่อขนานและอนุกรมกัน (Parallel and Serial Pump Efficiency Test) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3B |  | 1 ชุด |
| 3 | ชุดทดลองประสิทธิภาพกังหันน้ำเพลตัน (Pelton Water Turbine Efficiency Test Set) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3C |  | 1 ชุด |

| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รูปรายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|--|--|-------|
| 4 | ชุดวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยเวนจูรีและแผ่นออริฟิส (Air Flow Meter by Venturi and Orifice Plate) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3D |  | 1 ชุด |
| 5 | ชุดวัดการสูญเสียกำลังการไหลในท่อ (Flow or Friction Loss in Pipe) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3E |  | 1 ชุด |
| 6 | ชุดวัดอัตราการไหลของน้ำในรางเปิดโดยใช้วีน็อช (Water Flow in Open Chanel by V-notch) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3F |  | 1 ชุด |
| 7 | ชุดทดลองการปะทะเป้าของลำเจ็ทของน้ำในแนวตั้ง (Vertical Impact of Water Jet) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3G |  | 1 ชุด |
| 8 | การประเมินขนาดของปั๊มน้ำ (Water Pump Size Evaluation) กลุ่มที่ 3: แล็บ 3H |  | 1 ชุด |

● กลุ่มที่ 4 ห้องปฏิบัติการยานยนต์ (Automotive Laboratory)



| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|---|--|-------|
| 1 | ชุดฝึกเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine Set Training) กลุ่มที่ 4: แล็บ 4A |  | 1 ชุด |
| 2 | ชุดฝึกเกียร์ธรรมดาขับหลัง (ผ่า) (Manual Rear Gear Set Training) (Section) กลุ่มที่ 4: แล็บ 4B |  | 1 ชุด |
| 3 | ชุดฝึกเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (ผ่า) (Gasoline Engine Training) (Section) กลุ่มที่ 4: แล็บ 4C |  | 1 ชุด |

| ลำดับที่ | ชื่อชุดการทดลอง | รายการครุภัณฑ์/อุปกรณ์การทดลอง | จำนวน |
|----------|---|--|-------|
| 4 | ชุดฝึกเกียร์อัตโนมัติขับเคลื่อนหน้า (ผ้า) (Automatic Front Gear Set Training) (Section) กลุ่มที่ 4: แล็บ 4D |  | 1 ชุด |
| 5 | ระบบเบรกและส่วนประกอบ (Brake System and Components) กลุ่มที่ 4: แล็บ 4E |  | 1 ชุด |

1.2. โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

มหาวิทยาลัยฯ สถาบันฯ และหลักสูตรได้จัดหาโปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ หรือโปรแกรมให้ทดลองใช้ฟรี ก่อนออกไปทำงานจริง โดยโปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการเรียนการสอนของหลักสูตรตั้งแต่ชั้นปี 1 ถึงชั้นปีที่ 4 มีดังนี้

- (1) Autodesk AutoCAD
- (2) Autodesk Inventor
- (3) SolidWorks
- (4) CATIA
- (5) MAPLE
- (6) MATLAB
- (7) LabVIEW
- (8) Microsoft Excel
- (9) Minitab
- (10) Python

2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ

2.1. ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

สำหรับการบริการข้อมูลทางวิชาการแก่นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จะกระทำผ่านส่วนกลางของมหาวิทยาลัยในลักษณะของตำราซึ่งจะถูกดูแลและจัดการโดยสำนักหอสมุด นอกจากนี้อาจารย์ผู้สอนสามารถจัดการส่งหนังสือที่จำเป็นในการเรียนการสอนได้โดยผ่านสำนักหอสมุด อาจารย์ผู้สอนยังสามารถจัดพิมพ์เอกสารประกอบการสอน หรือตำราเสริมเป็นรูปเล่มผ่านทางศูนย์หนังสือของมหาวิทยาลัยได้

สำนักหอสมุดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (<http://www.lib.mut.ac.th/>) มีการจัดผังองค์กรตามระบบมาตรฐานห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา ตั้งอยู่ที่อาคาร D เปิดให้บริการ 3 ชั้น คือ 2, 3, และ 4 ของอาคาร D มีพื้นที่บริการทั้งสิ้น 2,900 ตารางเมตร สำหรับในส่วนงานบริการ ได้เลือกใช้ระบบหมวดหมู่ของหอสมุดรัฐสภาอเมริกัน (Library of

Congress Classification หรือ L.C.) เป็นระบบจัดหมวดหมู่หนังสือ มีการบอกรับวารสารเพื่อตอบสนองการศึกษาค้นคว้า และการทำวิจัยในทุกสาขาที่มหาวิทยาลัยฯ เปิดสอน ตลอดจนมีการนำระบบห้องสมุดอัตโนมัติเข้ามาใช้เพื่อการบริหาร สืบค้นสารสนเทศ และการยืม-คืน สื่อสนเทศอย่างสะดวกและรวดเร็ว



ตารางจำนวนหนังสือในสำนักหอสมุดที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน

| ลำดับที่ | หมวด | จำนวนที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน (เล่ม) | |
|------------|---|----------------------------------|------------|
| | | ภาษาไทย | ภาษาอังกฤษ |
| 1 | หมวดหนังสือ: หนังสือประกอบวิชาและหนังสือประกอบวิชาสาขาอื่น ๆ | 78,769 | 43,487 |
| รวม | | 122,256 | |

ตารางจำนวนวารสารในสำนักหอสมุดที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน

| ลำดับที่ | หมวด | จำนวนที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน | |
|------------|--|---------------------------|------------|
| | | ภาษาไทย | ภาษาอังกฤษ |
| 1 | หมวดวารสาร: วารสารวิชาการและวารสารวิชาการอื่น ๆ | 190 | 74 |
| รวม | | 264 ชื่อเรื่อง | |
| 2 | หมวดฐานข้อมูลสำหรับสาขาวิชาและสาขาที่เกี่ยวข้อง | | |
| | 1. ฐานข้อมูล e-journals ของ ScienceDirect | - | - |
| | 2. ฐานข้อมูล e-journals ของ Ebsco Business Source Complete (BSC) | - | - |
| | 3. ฐานข้อมูล Academic Search Complete (ASC) | - | - |
| | 4. ฐานข้อมูล Computers & Applied Sciences Complete (ASC) | - | - |
| | 5. ฐานข้อมูล e-book ของ ScienceDirect | - | 1 ฐาน |
| | 6. ฐานข้อมูล IEEE/IET Electronic Library (IEL) | - | - |
| รวม | | 1 ฐาน | |

| ลำดับที่ | หมวด | จำนวนที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน | |
|----------|---|---------------------------|--------------|
| | | ภาษาไทย | ภาษาอังกฤษ |
| 3 | หมวดสื่ออิเล็กทรอนิกส์ | | |
| | 1. ฐานข้อมูลซีดีรอม ABI / inform Global | - | 1 ฐาน |
| | 2. ฐานข้อมูลซีดีรอม ASTp | - | 1 ฐาน |
| | 3. ฐานข้อมูลบรรณนิเวศไทยของ มทม. | 1 ฐาน | - |
| | 4. ฐานข้อมูลสิทธิบัตรนานาชาติ | - | 1 ฐาน |
| | 5. ฐานข้อมูล Journal Link | 1 ฐาน | - |
| | 6. Open Access ต่าง ๆ อาทิ e-books, e-journals | - | 1 ฐาน |
| | 7. ฐานข้อมูล TDC | 1 ฐาน | - |
| | 8. Microfilm วารสารของ IEEE/IEE ตั้งแต่ ค.ศ.1913-2000 | - | 1 ฐาน |
| | รวม | | 8 ฐาน |

ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่หลักสูตรนำมาใช้ในการเรียนการสอน โดยการจัดหาจากมหาวิทยาลัยฯ สถาบันฯ และหลักสูตร ได้แก่ Google Workspace for Education: Education Plus และ Line Official ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในยุค New normal ได้เป็นอย่างดี

2.2. สิ่งอำนวยความสะดวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับนักศึกษา ดังนี้

- (1) บริการเครือข่ายไร้สาย (Wifi) เครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย (WiFi) สำหรับนักศึกษาทุกคนช่วยให้เรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือได้
- (2) พื้นที่ใช้สำหรับการประชุมกลุ่มย่อยและห้องประชุม ที่อยู่ภายในห้องสมุด
- (3) พื้นที่ใช้สำหรับการติวอยู่ที่อาคาร MII และการทำโปรเจกต์อยู่ที่อาคาร MIIX
- (4) พื้นที่ใช้สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ และเล่นกีฬา ได้แก่ ลานกิจกรรมหน้าอาคาร MII โรงยิม สนามฟุตบอล สนามฟุตบอล และสนามเทนนิส
- (5) โรงอาหารอาคาร E และอาคาร Q
- (6) ห้องพยาบาล
- (7) หอพักภายในมหาวิทยาลัยฯ







3. การประกันคุณภาพการศึกษา

มหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการจัดทำ การประกันคุณภาพการศึกษา โดยจัดแบ่งเป็น 5 องค์ประกอบ ดังนี้

- (1) องค์ประกอบที่ 1 การกำกับมาตรฐาน
- (2) องค์ประกอบที่ 2 บัณฑิต
- (3) องค์ประกอบที่ 3 นักศึกษา
- (4) องค์ประกอบที่ 4 อาจารย์
- (5) องค์ประกอบที่ 5 หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน
- (6) องค์ประกอบที่ 6 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

3.1. องค์ประกอบที่ 1 การกำกับมาตรฐาน

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้มีการเปิดหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ตั้งแต่ปี 2534 และได้พัฒนาปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่องรอบละ 5 ปีจนกระทั่งถึงปัจจุบัน ให้มีคุณภาพและมาตรฐาน ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พ.ศ. 2553 และเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรที่กำหนด โดย สกอ. ซึ่งต่อมาได้ถ่ายโอนหน้าที่และความรับผิดชอบไปเป็นของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) รวมทั้งมีมาตรฐานตามเกณฑ์ของสภาวิศวกรด้วย ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงผู้ใช้บัณฑิตหรือผู้มีส่วนได้เสียเป็นปัจจัยพิจารณาในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้มั่นใจว่าหลักสูตรสามารถผลิตวิศวกรเครื่องกลที่มีความรู้ในเชิงวิชาการ มีความสามารถและทักษะเชิงวิชาชีพ มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรม มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณของวิชาชีพวิศวกรรม มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดี ตลอดจนมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและสร้างความเจริญก้าวหน้าให้แก่ประเทศชาติ

หลักสูตรมีการดำเนินงานเกี่ยวกับอาจารย์ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 ดังนี้

- (1) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร
 - มีอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ซึ่งทำหน้าที่ในการบริหารและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ตั้งแต่การวางแผน การควบคุมคุณภาพ การติดตามประเมินผลและการพัฒนาหลักสูตร
 - มีอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรไม่น้อยกว่า 5 คน อยู่ประจำหลักสูตรตลอดระยะเวลาที่จัดการศึกษา ตามหลักสูตร โดยจะเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเกินกว่า 1 หลักสูตรในเวลาเดียวกันไม่ได้
 - อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอน และมีผลงานทางวิชาการ อย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปี ย้อนหลัง
- (2) อาจารย์ประจำหลักสูตร
 - อาจารย์ประจำหลักสูตรมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอน และมีผลงานทางวิชาการ อย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปี ย้อนหลัง

(3) อาจารย์ผู้สอน

- อาจารย์ประจำมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขานั้นหรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กันหรือสาขาวิชาของรายวิชาที่สอน อาจารย์พิเศษ มีคุณวุฒิระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่าและมีประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่สอนไม่น้อยกว่า 6 ปี

(4) มีการปรับปรุงหลักสูตรอย่างน้อยทุก 5 ปี

- โดยนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ บัณฑิตใหม่ ผู้ใช้บัณฑิต และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความก้าวหน้าทางวิชาการ มาประกอบการพิจารณา

3.2. องค์ประกอบที่ 2 บัณฑิต

(1) หลักสูตรดำเนินการสำรวจคุณภาพบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ 5 ด้าน คือ

- ด้านคุณธรรมจริยธรรม
- ด้านความรู้
- ด้านทักษะทางปัญญา
- ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
- ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

(2) หลักสูตรสำรวจการมีงานทำของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา โดยใช้การสำรวจด้วยการให้บัณฑิตตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง ในวันซ้อมรับปริญญาบัตรของมหาวิทยาลัยฯ

3.3. องค์ประกอบที่ 3 นักศึกษา

(1) การรับนักศึกษา

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มีการรับนักศึกษาเข้าศึกษาในหลักสูตรฯ ตามระบบและกลไกของมหาวิทยาลัยฯ โดยมีระเบียบปฏิบัติงานประชาสัมพันธ์ (P-PRO-001) และระเบียบปฏิบัติงานรับสมัครนักศึกษา (P-PRO-002) ซึ่งกำหนดให้สำนักประชาสัมพันธ์และบริการวิชาการ รับผิดชอบกระบวนการรับสมัครนักศึกษาใหม่ร่วมกับสำนักทะเบียน โดยมีประสานงานกับหลักสูตรฯ ในการจัดทำเอกสารเผยแพร่ คู่มือนักศึกษา ประจำปีการศึกษา (หลักสูตรฯ มีการปรับปรุงคู่มือนักศึกษา ให้สอดคล้องกับเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และข้อบังคับของสภาวิศวกร ว่าด้วยการรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2558) มีคณะกรรมการวิชาการพิจารณาจำนวนรับนักศึกษาใหม่แต่ละปี โดยเป้าหมายจำนวนรับนักศึกษาจะคำนึงถึงความต้องการของตลาดแรงงาน และสภาพความพร้อมของอาจารย์ประจำที่มีอยู่ (มีการควบคุมอัตราส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษา ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่สภาวิศวกรกำหนดคือไม่เกิน 1:20) และนำเสนอสภามหาวิทยาลัยฯ ให้ความเห็นชอบ

ทั้งนี้ หลักสูตรฯ กำหนดคุณสมบัติของนักศึกษาตาม มคอ.2 หลักเกณฑ์การรับนักศึกษาเข้าศึกษาเป็นไปตามแต่ละหลักสูตร เช่น การพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยสะสมจากโรงเรียน การสอบข้อเขียน การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งในระดับปริญญาตรีมีทั้งการรับสมัครสอบคัดเลือกตรง กับรับสมัครผ่านการสอบ Admissions

(2) การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา

สำหรับหลักสูตรฯ มีการดำเนินการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา คือทุกปีการศึกษา ก่อนเปิดภาคการศึกษา จะมีการประชุมของคณะกรรมการบริหารคณะฯ ซึ่งจะมีวาระที่กำหนดให้มีการจัดกิจกรรมปฐมนิเทศน์นักศึกษาใหม่ของคณะฯ ในขั้นตอนการปฐมนิเทศจะเป็นการชี้แจงนักศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษาในหลักสูตรในเรื่องต่าง ๆ ได้แก่ เรื่องหลักสูตรและการเรียนการสอน เรื่องอาจารย์ที่ปรึกษา ประสบการณ์การใช้ชีวิตและข้อเสนอแนะจากรุ่นพี่บัณฑิต

(3) การส่งเสริมและพัฒนาการศึกษา

- การควบคุมการดูแลการให้คำปรึกษาวิชาการและแนะแนวแก่นักศึกษาปริญญาตรี
หลักสูตรฯ ได้ดำเนินการตามแนวปฏิบัติการทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาด้านวิชาการ ตามระเบียบของทางมหาวิทยาลัยฯ ที่กำหนดให้แต่ละหลักสูตรต้องดำเนินการจัดให้มีการบริการให้คำปรึกษาด้านวิชาการแก่นักศึกษาของแต่ละหลักสูตร โดยมหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้อาจารย์ผู้สอนทุกรายวิชาต้องแจ้งวันที่ให้นักศึกษาสามารถเข้าพบเพื่อรับคำปรึกษาทางด้านวิชาการอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง และหน่วยงานสนับสนุน ได้แก่ สำนักกิจการนักศึกษา มีหน้าที่จัดแนะแนวและนัดพบแรงงานให้แก่นักศึกษา ปีการศึกษาละ 2 ครั้ง
- การพัฒนาศักยภาพนักศึกษาและการเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
มหาวิทยาลัยฯ ได้กำหนดให้สำนักกิจการนักศึกษาเป็นผู้รับผิดชอบการจัดกิจกรรมนักศึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาในด้านต่าง ๆ ในภาพรวมตลอดจนจัดแนะแนว และนัดพบแรงงานประจำปีการศึกษาละ 2 ครั้ง และได้กำหนดกรอบการพัฒนาศักยภาพนักศึกษาและการเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ไว้ในแผนการดำเนินงานประจำปีของแต่ละหน่วยงานต้นสังกัดของหลักสูตรฯ โดยรองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษาและผู้บริหารที่เกี่ยวข้องเป็นผู้เสนอโครงการ

(4) ผลที่เกิดกับนักศึกษา

- การคงอยู่
หลักสูตรฯ สรรวจความคงอยู่ของนักศึกษาเป็นประจำทุกภาคการศึกษา
- การสำเร็จการศึกษา
นักศึกษาจะสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรฯ ได้ ต้องปฏิบัติตามเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาของหลักสูตร

(5) ความพึงพอใจและผลการจัดการข้อร้องเรียนของนักศึกษา

หลักสูตรฯ สรรวจความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนของหลักสูตรเป็นประจำทุกภาคการศึกษา นักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นในคำถามปลายเปิดได้

3.4. องค์ประกอบที่ 4 อาจารย์

(1) ระบบการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตร

หลักสูตรฯ ดำเนินการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรตามระบบของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งดำเนินการร่วมกับสำนักทรัพยากรมนุษย์ มีวิธีปฏิบัติงานเรื่องการสรรหาบุคลากร เป็นแนวทางในการคัดเลือก จัดจ้างและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตร โดยหลักสูตรเป็นผู้กำหนดคุณสมบัติอาจารย์และคุณสมบัติของอาจารย์ให้สอดคล้องกับหลักสูตรตลอดจนมีกลไกการคัดเลือกอาจารย์ที่มีความเหมาะสม โปร่งใส ดังนี้

- กำหนดคุณสมบัติทั้งด้านคุณวุฒิทางการศึกษา ผลการศึกษา ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของหลักสูตร
- มีการคัดเลือกผู้สมัครที่มีคุณสมบัติตรงตามหลักเกณฑ์ที่หลักสูตรและมหาวิทยาลัยฯ กำหนด และดำเนินการสอบคัดเลือก โดยมีกระบวนการสอบสอนและสอบสัมภาษณ์ ซึ่งจะต้องมีคณะกรรมการพิจารณาคัดเลือกไม่น้อยกว่า 3 คน ประกอบด้วย ผู้แทนจากหลักสูตร/ภาควิชา ผู้แทนจากคณบดีและผู้แทนจากสำนักทรัพยากรมนุษย์
- เมื่ออาจารย์ใหม่ผ่านกระบวนการคัดเลือกแล้ว มหาวิทยาลัยฯ จะจัดทำคำสั่งแต่งตั้งเป็นอาจารย์ประจำของมหาวิทยาลัยฯ และแต่งตั้งเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตร
- มีการปฐมนิเทศอาจารย์ประจำหลักสูตร เพื่อให้ทราบถึงนโยบายของหลักสูตร และชี้แจงจุดเน้นที่อาจารย์ประจำหลักสูตรควรทราบ

- มีการปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่ให้ทราบกฎระเบียบต่างๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน เทคนิคการสอน การออกข้อสอบ จรรยาบรรณของผู้ปฏิบัติงานประเภทอาจารย์ การทำวิจัยและจรรยาบรรณของนักวิจัย ฯลฯ
- มีการประเมินผลการทดลองการปฏิบัติงานของอาจารย์ใหม่เมื่อครบกำหนดระยะเวลาตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด และมีการประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ใหม่โดยคณะกรรมการฯ ของคณะ และนำผลการประเมินรายงานต่อคณะกรรมการวิชาการ และการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร ระดับมหาวิทยาลัย (Management Review)
- มีการนำผลการประเมินกระบวนการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรมาปรับปรุง/พัฒนากระบวนการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตร ในปีการศึกษา 2563 โดยให้แต่ละหลักสูตรเพิ่มการจัดปฐมนิเทศอาจารย์ประจำของแต่ละหลักสูตร เกี่ยวกับนโยบายของหลักสูตร จุดเน้นของหลักสูตร การดำเนินงานของหลักสูตร ตลอดจนคุณลักษณะของบัณฑิตของหลักสูตร ฯลฯ

(2) ระบบการบริหารอาจารย์

หลักสูตรฯ มีระบบการบริหารอาจารย์โดยดำเนินการตามระเบียบปฏิบัติงาน ที่กำหนดโดยสำนักทรัพยากรมนุษย์ เรื่อง การบริหารบุคลากร ซึ่งครอบคลุมเรื่องการบริหารอัตรากำลัง การพัฒนาบุคลากร และการธำรงรักษาบุคลากร โดยหลักสูตรฯ ร่วมกับสำนักทรัพยากรมนุษย์จัดทำแผนอัตรากำลัง และแผนพัฒนาบุคลากรในด้านการเพิ่มคุณวุฒิ เพิ่มตำแหน่งทางวิชาการ และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน รวมทั้งกำหนดหลักเกณฑ์ในการธำรงรักษาบุคลากรโดยการจัดสวัสดิการต่างๆ และเปิดรับฟังความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งสำนักทรัพยากรมนุษย์จะจัดทำรายงานสรุปผลในประเด็นต่างๆ เสนอต่อคณะกรรมการบริหารทุกปีการศึกษา เพื่อพิจารณาทบทวนแผนฯ หรือเพื่อพิจารณาข้อเสนอแนะของผู้ปฏิบัติงานแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป

(3) ระบบการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์

หลักสูตรฯ มีระบบการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ โดยดำเนินการตามระบบการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งทางหลักสูตรฯ มีการดำเนินการเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์เพื่อให้มีคุณวุฒิที่สูงขึ้น พัฒนาอาจารย์ให้เข้าสู่หรือปรับเพิ่มตำแหน่งทางวิชาการ และพัฒนาทักษะความรู้ความสามารถเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยหลักสูตรประสานงานกับสำนักทรัพยากรมนุษย์เพื่อจัดทำรายงานผลการพัฒนาบุคลากรในด้านต่างๆ ทุกปีการศึกษา ซึ่งหลักสูตรฯ ได้ดำเนินการเสนอรายชื่ออาจารย์ที่มีคุณวุฒิเพิ่มขึ้น และกระตุ้นให้อาจารย์ขอตำแหน่งทางวิชาการ รวมถึงจัดส่งอาจารย์เข้ารับการฝึกอบรมทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ ตลอดจนเข้าร่วมกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพิ่มทักษะความรู้ความสามารถ ซึ่งจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพต่อไป

(4) คุณภาพอาจารย์

หลักสูตรมีการดำเนินงานเกี่ยวกับอาจารย์ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 ดังนี้

- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร
 - มีอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ซึ่งทำหน้าที่ในการบริหารและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ตั้งแต่การวางแผน การควบคุมคุณภาพ การติดตามประเมินผลและการพัฒนาหลักสูตร
 - มีอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรไม่น้อยกว่า 5 คน อยู่ประจำหลักสูตรตลอดระยะเวลาที่จัดการศึกษาตามหลักสูตร โดยจะเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเกินกว่า 1 หลักสูตรในเวลาเดียวกันไม่ได้
 - อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีคุณวุฒิระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอน และมีผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปี ย้อนหลัง
- อาจารย์ประจำหลักสูตร

อาจารย์ประจำหลักสูตรมีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอน และมีผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปี ย้อนหลัง

- อาจารย์ผู้สอน

อาจารย์ประจำมีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขานั้นหรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กันหรือสาขาวิชาของรายวิชาที่สอน อาจารย์พิเศษ มีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าและมีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่สอนไม่น้อยกว่า 6 ปี

3.5. องค์ประกอบที่ 5 หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน

(1) สารระของรายวิชาในหลักสูตร

- การออกแบบหลักสูตรและสาระรายวิชาในหลักสูตร

หลักสูตรฯ ดำเนินการเกี่ยวกับการออกแบบหลักสูตรและสาระรายวิชาในหลักสูตร ตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดในระเบียบปฏิบัติงานการเปิด ปรับปรุง รับรองมาตรฐานการศึกษา และปิดหลักสูตร (P-QAO-013) โดยหลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการหลักสูตรแล้ว สาขาวิชาจะพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย แสดงการปรับปรุงดัชนีด้านมาตรฐาน และคุณภาพการศึกษาเป็นระยะๆ อย่างน้อยทุกๆ 5 ปี และมีการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องทุก 5 ปี โดยมีแนวปฏิบัติดังนี้

1. สาขาวิชาที่ต้องการปรับปรุงหลักสูตรให้ดำเนินการเสนออธิการบดีแต่งตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร

2. คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร ดำเนินการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตร ตามรูปแบบที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด และพิจารณาปรับปรุงหลักสูตร โดยพิจารณาถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของวิทยาการ ตลอดจนความต้องการกำลังคน ตลาดแรงงาน สังคม ความคิดเห็นของผู้ประกอบการ ความคิดเห็นของบัณฑิต และนักศึกษาปัจจุบัน

3. คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตร ตามแบบ มคอ.2 รายละเอียดของหลักสูตร โดยต้องมีโครงสร้างและมาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร ที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด สอดคล้องกับนโยบาย และ/หรือหลักเกณฑ์ที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด โดยใช้แบบตรวจสอบหลักสูตรตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี (F-QAO-071) โดยการจัดทำรายละเอียดของหลักสูตรมีดังนี้

3.1. คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร พิจารณาความพร้อมและศักยภาพ ในการบริหารจัดการศึกษา ตามหลักสูตร

3.2. คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร ดำเนินการขออนุมัติอธิการบดีเกี่ยวกับการแต่งตั้ง คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร อย่างน้อย 5 คน ประกอบด้วย อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อย 2 คน ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญในสาขา/สาขาวิชานั้นๆ ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกอย่างน้อย 2 คน หากมีองค์กรวิชาชีพให้มี ผู้แทนองค์กรวิชาชีพร่วมเป็นกรรมการด้วยอย่างน้อย 1 คน เพื่อดำเนินการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐาน คุณวุฒิของสาขา/สาขาวิชานั้น ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ โดยมีหัวข้อของหลักสูตรอย่างน้อย ตามที่กำหนดไว้ในแบบ มคอ.2 รายละเอียดของหลักสูตร

4. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร พิจารณาหลักสูตรให้เสร็จสมบูรณ์

5. คณะกรรมการประจำคณะ พิจารณาหลักสูตรที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรแล้ว และส่งเอกสารให้สำนักงานวิชาการ เพื่อตรวจสอบก่อนเสนอคณะกรรมการวิชาการ

6. สำนักงานวิชาการ นำร่างหลักสูตรปรับปรุงตามแบบ มคอ.2 รายละเอียดของหลักสูตร และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เสนอคณะกรรมการวิชาการฯ

7. สภาวิชาการฯ พิจารณา

8. เลขานุการสภาวิชาการฯ แจ้งผลการพิจารณาให้คณะกรรมการวิชาการฯ รับทราบ

9. สภามหาวิทยาลัยฯ พิจารณา

10. เลขานุการสภามหาวิทยาลัยฯ แจ้งผลการพิจารณาให้คณะกรรมการวิชาการฯ รับทราบ

11. สำนักงานวิชาการ ดำเนินการนำ มคอ.2 รายละเอียดของหลักสูตร ที่ได้รับความเห็นชอบหรืออนุมัติจาก สภามหาวิทยาลัยฯ เสนอให้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) พิจารณารับทราบหลักสูตรภายใน 30 วัน นับแต่วันที่ได้รับความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัยฯ

- การปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยตามความก้าวหน้าในศาสตร์สาขานั้น ๆ

มหาวิทยาลัยฯ ได้ใช้ระบบกลไกตามที่รอบมาตรฐาน TQF ได้วางไว้ โดยหลักสูตรต้องมีการจัดทำ มคอ. 3 และ มคอ.4 ซึ่งเป็นรายละเอียดวิชา และ มคอ.5 และ มคอ.6 ซึ่งเป็นรายงานผลการดำเนินงานของรายวิชา ซึ่ง คณะกรรมการประจำหลักสูตรจะวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากอาจารย์ผู้สอนและอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ที่ได้จาก มคอ.5 และ มคอ.6 และนำมาสรุปเพื่อจัดทำ มคอ.7 ซึ่งเป็นผลการดำเนินงานระดับหลักสูตร ที่สามารถใช้เป็นแนวทาง ในการปรับปรุงหลักสูตรได้ นอกจากนี้แต่ละหลักสูตรจะต้องทำการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตร โดยผลสรุปในการ ประเมิน จะต้องสามารถกำหนดแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรให้เกิดความก้าวหน้าในศาสตร์นั้นๆ และสอดคล้องกับ ความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตด้วย อีกทั้งหลักสูตรสามารถมีช่องทางในการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยตามความก้าวหน้า ในศาสตร์สาขานั้น ๆ ได้โดยใช้ สมอ.08

(2) การวางระบบผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอน

- การกำหนดผู้สอน

หลักสูตรฯ ใช้ระเบียบปฏิบัติงานกระบวนการควบคุมการเรียนการสอน (P-QAO-012) ของมหาวิทยาลัย ซึ่งระบุถึงการกำหนดตัวผู้สอน โดยใช้แบบฟอร์มการพิจารณาคุณสมบัติของอาจารย์ผู้สอนในแต่ละรายวิชา (F-QAO-062) โดยจะต้องสำเร็จการศึกษาในสาขาเดียวกับวิชาที่สอนหรือสำเร็จในสาขาที่เกี่ยวข้อง มีประสบการณ์การทำงานหรือ ความชำนาญเกี่ยวกับวิชาที่สอน มีผลงานวิจัย/ผลงานทางวิชาการในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง กรณีรายวิชาที่สอนเป็นคณะ ผู้สอนจะต้องมีการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน

- การกำกับ ติดตาม และตรวจสอบการจัดทำแผนการเรียนรู้ (มคอ.3 และ มคอ.4) และการจัดการ เรียนการสอน

ในการกำกับ ติดตาม และตรวจสอบการจัดทำแผนการเรียนรู้ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4 นั้น มหาวิทยาลัยฯ มีระเบียบปฏิบัติฯ (P-QAO-012) ที่กำหนดให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบแต่ละรายวิชาต้องจัดทำ มคอ.3 และ/ หรือ มคอ.4 และ/หรือ ประมวลการสอน ให้เสร็จสิ้นก่อนการเปิดภาคการศึกษาที่สอน โดยมีผู้บริหารสาขาวิชาพิจารณา และลงนามในเอกสาร และอาจารย์ผู้สอนต้องแจก มคอ.3 และ/หรือ มคอ.4 ฉบับย่อและ/หรือ ประมวลการสอน แก่ นักศึกษาทุกคนในคาบแรกของการสอน โดยต้องเก็บหลักฐานการแจก และชี้แจงแผนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ให้นักศึกษารับทราบ อาจารย์ผู้สอนทุกคนต้องดำเนินการสอนตามแผนการสอน โดยมีการสุ่ม ตรวจสอบคุณภาพการเรียนการสอนโดยคณะกรรมการของคณะฯ และสุ่มตรวจการเข้าสอนโดยสำนักประกันคุณภาพ การศึกษา และในคาบสุดท้ายของการสอน ธุรการประจำภาควิชาจะแจกแบบประเมินการสอนวิชาบรรยาย วิชา ปฏิบัติการ และวิชาโครงงาน/วิทยานิพนธ์/การค้นคว้าด้วยตนเอง/สัมมนา ให้นักศึกษาประเมินคุณภาพการสอนของ อาจารย์ และนำผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจป้อนเข้าระบบ E-Portfolio และนำผลเข้าสู่ที่ประชุมทบทวนของฝ่าย บริหาร (Management Review) ระดับภาควิชา ที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับคณะ และเข้าสู่ที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการสอนใน แต่ละภาคการศึกษา อาจารย์ผู้สอนต้องทบทวนการเรียนการสอน โดยการจัดทำ มคอ.5 และ/หรือ มคอ.6 ซึ่งเป็นรายงาน ผลการดำเนินการของรายวิชา โดยจะสรุปผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการ เรียนการสอนในรายวิชา รวมถึงข้อเสนอแนะต่อหลักสูตรด้วย

ในการกำกับติดตามและตรวจสอบ มีการตรวจติดตามคุณภาพภายใน ตามระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001 โดยกรรมการตรวจติดตามคุณภาพภายในแต่งตั้งโดยสำนักประกันคุณภาพการศึกษาทุกภาคการศึกษา และมีการ แจ้งข้อบกพร่องให้แก่อาจารย์ที่ไม่ได้ดำเนินการในกรณีใดกรณีหนึ่ง และรายงานในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับหน่วยงาน ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ ซึ่งมีผลต่อการประเมินผลการ ประเมินการปฏิบัติงานประจำปีของอาจารย์

- การจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีที่มีการบูรณาการกับการวิจัย การบริการวิชาการทางสังคม และการทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม

มหาวิทยาลัยฯ มุ่งเน้นให้ทุกหลักสูตรฯ ระดับปริญญาตรี มีการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการกับการวิจัย การบริการวิชาการทางสังคม และการทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม โดย รายวิชาที่สอนจะต้องระบุรูปแบบการบูรณาการการสอน ที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4

(3) การประเมินผู้เรียน

- การประเมินผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

หลักสูตรฯ ใช้ระเบียบปฏิบัติของมหาวิทยาลัยฯ เรื่องระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวกับการกระบวนการควบคุมการเรียนการสอน (P-QAO-012) โดยมีการกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิฯ นอกจากนี้ ยังมีวิธีปฏิบัติงานการวัดและประเมินผล (W-QAO-002) รวมไปถึงวิธีปฏิบัติงานการควบคุมกระบวนการสอบ (W-REO-003) ในการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทุกรายวิชาที่เปิดสอนในทุกปีการศึกษา จะต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับระเบียบข้างต้น กล่าวคือ อาจารย์ผู้สอนพิจารณาจากเอกสาร มคอ.3 และ 4 ของรายวิชาถึงผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิฯ ที่คาดหวังและวางแผนทางการประเมินระบุไว้ใน มคอ.3 และ 4 ในกรณีที่เป็นการประเมินโดยการสอบ ผู้บริหารสาขาวิชา ตรวจสอบคุณภาพและความตรง (Validity) ของข้อสอบ และลงนามอนุมัติข้อสอบส่งสำนักทะเบียน สำนักทะเบียนจัดประชุมคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลของแต่ละหลักสูตร เพื่อพิจารณาคุณภาพและความตรง (Validity) ของข้อสอบ และเมื่ออาจารย์จัดทำผลการสอบเสร็จสิ้น ผู้บริหารสาขาวิชาตรวจสอบผลการสอบ และลงนามอนุมัติผลการสอบส่งสำนักทะเบียน สำนักทะเบียนจัดประชุมคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลของแต่ละหลักสูตรเพื่อพิจารณาผลการสอบ เพื่อทวนสอบผลการเรียนรู้ของแต่ละรายวิชา และอนุมัติ จากนั้น สำนักทะเบียนจัดส่งผลการสอบเสนออธิการบดีเพื่อพิจารณา แล้วจึงประกาศผลสอบ จากนั้นอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา จะจัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายวิชา (มคอ.5 และ/หรือ 6) ซึ่งจะต้องสรุปผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิที่ระบุไว้ใน มคอ.3 และ/หรือ 4

- การตรวจสอบการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

หลักสูตรฯ มีระบบการตรวจสอบการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยทางมหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษาของแต่ละหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขานั้นๆ (ซึ่งมีตัวแทนของหลักสูตรฯ 2 ท่าน จากกรรมการทั้งหมด 5 ท่าน) ทำหน้าที่ในการตรวจสอบการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยพิจารณาร่วมกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ระบุไว้ใน มคอ.3 และ 4 และแจ้งผลการพิจารณาให้อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาพิจารณาปรับแก้ไขต่อไป

- การกำกับการประเมินการจัดการเรียนการสอนและการประเมินหลักสูตร (มคอ.5 มคอ.6 และ มคอ.7)

หลักสูตรฯ ใช้กลไกของทางมหาวิทยาลัยฯ ในการกำกับการประเมินการจัดการเรียนการสอนและประเมินหลักสูตร (มคอ.5 มคอ.6 และ มคอ.7) คือ ระบบการตรวจติดตามคุณภาพภายในตามระบบบริหารคุณภาพ ISO9001 ดำเนินการโดยสำนักประกันคุณภาพการศึกษา ของมหาวิทยาลัยฯ ทุกหน่วยงานต้นสังกัดของแต่ละหลักสูตร จะต้องจัดเตรียมเอกสารหลักฐาน เพื่อรับการตรวจติดตามดังกล่าวในทุกภาคการศึกษา เอกสารที่ต้องจัดเตรียมจะครอบคลุมถึงเอกสารตามระบบ TQF (มคอ.3-มคอ.7) ด้วยระบบติดตามดังกล่าวเน้นการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ หากขาดหลักฐานทั้งหมด หรือมีหลักฐานแต่ไม่ครบถ้วน หน่วยงานนั้น หรือผู้รับผิดชอบแต่ละส่วนงานในหน่วยงานหรือหลักสูตรนั้นๆ จะได้รับการแจ้งข้อบกพร่องเป็นรายกรณี และจะรายงานข้อบกพร่องในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับภาควิชาฯ ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ ซึ่งมีผลต่อการประเมินผลการประเมินการปฏิบัติงานประจำปีของอาจารย์

3.6. องค์ประกอบที่ 6 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

- (1) ระบบการดำเนินงานของภาควิชา/คณะ/สถาบันโดยมีส่วนร่วมของอาจารย์ประจำหลักสูตรเพื่อให้มีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้หน่วยงานจัดการเรียนการสอน (หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยงานจัดการเรียนการสอน) และหน่วยงานสนับสนุนการเรียนการสอน จัดทำแผนการดำเนินงาน/ประจำปี โดยระบุงบประมาณในการจัดทำโครงการหรือจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ให้พอเพียงต่อการจัดการศึกษา โดยจัดทำแผนการดำเนินงาน ปีการศึกษาละ 1 ครั้ง ก่อนเปิดภาคการศึกษาประมาณ 3 เดือน เสนอต่อผู้บริหารมหาวิทยาลัยฯ เพื่อพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติ

ในแผนการดำเนินงาน จะมีโครงการจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ที่แต่ละหน่วยงาน รวบรวมมาจากความต้องการของ สาขาวิชา/ภาควิชา ที่ดูแลหลักสูตร สาขาวิชา/ภาควิชา รวบรวมความต้องการมาจากแต่ละหลักสูตร ซึ่งดูแลโดยอาจารย์ประจำหลักสูตร อาจารย์ประจำหลักสูตร รวบรวมความต้องการจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ซึ่งเป็นผู้จัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายวิชา (มคอ.5 & 6) ที่มีโครงการปรับปรุง พัฒนาการเรียนการสอน หรือมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดการสอน นอกจากนี้ การจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ นอกเหนือจากที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา ผู้บริหารหน่วยงานต้นสังกัดของทุกหลักสูตร ทั้งระดับ สาขาวิชา/ภาควิชา และ คณะวิชา หรือหน่วยงานสนับสนุนที่เกี่ยวข้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเสนอจัดทำโครงการและแผนงบประมาณในการจัดหาเป็นส่วนกลาง โดยคำนึงถึงความต้องการของ เกณฑ์จากสภาวิศวกร หลักสูตร นักศึกษา อาจารย์ และอื่นๆ

- (2) จำนวนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอน

หลักสูตรฯ มีกลไกที่ทำให้มีจำนวนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอน โดยก่อนเปิดภาคการศึกษาทุกภาคการศึกษา หัวหน้าภาควิชา/หัวหน้าสาขาวิชา จะร่วมกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ในการประเมินจำนวนนักศึกษาที่คาดว่าจะลงทะเบียนเรียนในรายวิชาต่างๆ ในปีการศึกษานั้นๆ โดยพิจารณาเทียบเคียงจากรายงานผลการดำเนินงานระดับหลักสูตร ในปีการศึกษาก่อนหน้า

- (3) กระบวนการปรับปรุงตามผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาและอาจารย์ต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

หลักสูตรฯ มีการจัดเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากนักศึกษาต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ โดยรวบรวมจากแบบประเมินผลการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการที่จัดทำทุกภาคการศึกษา นอกจากนี้ หลักสูตรฯ ยังได้จัดเก็บข้อมูลความคิดเห็นและความพึงพอใจของอาจารย์ประจำหลักสูตรต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในทุกปีการศึกษาด้วย ผลการประเมินดังกล่าวจะถูกนำมาชี้แจงให้ผู้บริหารรับทราบในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับมหาวิทยาลัย ในแต่ละภาคการศึกษา เพื่อให้ผู้บริหารที่รับผิดชอบหลักสูตรฯ พิจารณาวางแผนปรับปรุงในปีการศึกษาต่อไป

ตารางสรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายใน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2563

| องค์ประกอบ | คะแนนผ่าน | จำนวนตัวบ่งชี้ | I | P | O | คะแนนเฉลี่ย | ผลการประเมิน |
|--|---|----------------|------|------|------|-------------|--|
| องค์ประกอบที่ 1 การกำกับมาตรฐาน | ผ่าน/ไม่ผ่านการประเมิน | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> ได้มาตรฐาน <input type="checkbox"/> ไม่ได้มาตรฐาน |
| องค์ประกอบที่ 2 บัณฑิต | คะแนนเฉลี่ยของทุกตัวบ่งชี้ ในองค์ประกอบที่ 2-6 | 2 | - | - | 4.34 | 4.34 | ระดับคุณภาพดีมาก |
| องค์ประกอบที่ 3 นักศึกษา | | 3 | 3.00 | - | - | 3.00 | ระดับคุณภาพปานกลาง |
| องค์ประกอบที่ 4 อาจารย์ | | 3 | 3.57 | - | - | 3.57 | ระดับคุณภาพดี |
| องค์ประกอบที่ 5 หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน | | 4 | 3.00 | 3.67 | - | 3.50 | ระดับคุณภาพดี |
| องค์ประกอบที่ 6 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ | | 1 | - | 3.00 | - | 3.00 | ระดับคุณภาพปานกลาง |
| รวม | | 13 | 7 | 4 | 2 | | ระดับคุณภาพดี |
| ผลการประเมิน | | | 3.25 | 3.50 | 4.34 | 3.49 | ระดับคุณภาพดี |

สรุปผลการประเมินคุณภาพภายใน (ปีการศึกษา 2563)

| องค์ประกอบ | จำนวนตัวบ่งชี้ | คะแนนประเมินเฉลี่ย | ระดับคุณภาพ |
|--|----------------|--------------------|-------------|
| องค์ประกอบที่ 1 การกำกับมาตรฐาน | - | ผ่านเกณฑ์ | - |
| องค์ประกอบที่ 2 บัณฑิต | 2 | 4.34 | ดีมาก |
| องค์ประกอบที่ 3 นักศึกษา | 3 | 3.00 | ปานกลาง |
| องค์ประกอบที่ 4 อาจารย์ | 3 | 3.57 | ดี |
| องค์ประกอบที่ 5 หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน | 4 | 3.50 | ดี |
| องค์ประกอบที่ 6 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ | 1 | 3.00 | ปานกลาง |
| เฉลี่ยรวมทุกตัวบ่งชี้ | 13 | 3.49 | ดี |

ตารางสรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายใน ประจำปีการศึกษา 2563

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ผลการตรวจประเมินตามองค์ประกอบคุณภาพของ สป.อว.

| องค์ประกอบคุณภาพ | คะแนนการตรวจประเมิน | | | | ผลการตรวจ-ประเมิน |
|--|---------------------|-----------|-------------------|-------|-------------------|
| | ปัจจัยนำเข้า | กระบวนการ | ผลผลิตหรือผลลัพธ์ | รวม | |
| การผลิตบัณฑิต (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6) | 4.38 | 5.00 | 3.28 | 4.40 | ดี |
| การวิจัย (2.1, 2.2, 2.3) | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | ดีมาก |
| 3. การบริการวิชาการ (3.1) | - | 5.00 | - | 5.00 | ดีมาก |
| 4. การทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม (4.1) | - | 5.00 | - | 5.00 | ดีมาก |
| 5. การบริหารจัดการ (5.1, 5.2) | - | 5.00 | - | 5.00 | ดีมาก |
| เฉลี่ยรวมทุกตัวบ่งชี้ทุกองค์ประกอบ | 4.53 | 5.00 | 4.14 | 4.72 | ดีมาก |
| ผลการประเมิน | ดีมาก | ดีมาก | ดี | ดีมาก | |

ตารางสรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายใน ประจำปีการศึกษา 2563

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ผลการตรวจประเมินตามองค์ประกอบคุณภาพของ สป.อว.

| องค์ประกอบคุณภาพ | คะแนนการตรวจประเมิน | | | | ผลการตรวจ- ประเมิน |
|--|---------------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
| | ปัจจัยนำเข้า | กระบวนการ | ผลผลิตหรือ ผลลัพธ์ | รวม | |
| การผลิตบัณฑิต (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6) | 3.70 | 5.00 | 3.33 | 4.15 | ดี |
| การวิจัย (2.1, 2.2, 2.3) | 4.76 | 5.00 | 4.70 | 4.82 | ดีมาก |
| 3. การบริการวิชาการ (3.1) | - | 5.00 | - | 5.00 | ดีมาก |
| 4. การทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม (4.1) | - | 5.00 | - | 5.00 | ดีมาก |
| 5. การบริหารจัดการ (5.1, 5.2) | - | 5.00 | 4.54 | 4.85 | ดีมาก |
| เฉลี่ยรวมทุกตัวบ่งชี้ของทุกองค์ประกอบ | 4.05 | 5.00 | 4.19 | 4.59 | ดีมาก |
| ผลการประเมิน | ดี | ดีมาก | ดี | ดีมาก | |

ส่วนที่ 6 ภาคผนวก

- | | |
|-----------|---|
| ภาคผนวก 1 | เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษาอนุมัติหลักสูตร |
| ภาคผนวก 2 | รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 |
| ภาคผนวก 3 | แผนการสอน (มคอ.3) วิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้ |
| ภาคผนวก 4 | คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน |

ส่วนที่ 6 ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษาอนุมัติหลักสูตร

- 1 -

รายงานการประชุมสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ครั้งที่ 6/2564

วันพฤหัสบดีที่ 23 ธันวาคม 2564 เวลา 12:00 น.

ณ ห้องอาหาร Summer Palace โรงแรมอินเตอร์คอนติเนนตัล กรุงเทพฯ

กรรมการที่มาประชุม

| | | |
|-------------------------------------|----------------|---|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย | โกไคยอุดม . | นายกสภามหาวิทยาลัย |
| 2. นายจาดูร | อภิชาติบุตร | อุปนายกสภามหาวิทยาลัย |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.จตุรนต์ | ธีระวัฒน์ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 4. ศาสตราจารย์ น.สพ. ดร. อลงกร | อมรศิลป์ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร | ชุติมาสกุล | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยนรินทร์ | วีระสวางนิษฐ์ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ และประธานกรรมการตรวจสอบ |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.ชิต | เหล่าวัฒนา | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 8. ดร.ชฎารัตน์ | อนันตกุล | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 9. ศาสตราจารย์ ดร.จิรยุทธ์ | มัทธนกุล | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.อศิคม | ฤกษ์บุตร | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.สุเจตน์ | จันทรัมย์ | อธิการบดี กรรมการสภามหาวิทยาลัยโดยตำแหน่ง |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร. สมภพ | ภูริวิกรัยพงศ์ | เลขานุการสภามหาวิทยาลัย |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานวีร์ | โกไคยอุดม | ผู้ช่วยเลขานุการสภามหาวิทยาลัย |

กรรมการที่ไม่ได้มาประชุม

| | | |
|------------------|-------------|------------------------------------|
| 1. นางพรพรรณ | โกไคยอุดม | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 2. นายวิชัย | คณาธนะวิชย์ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 3. นางสาวอรพินท์ | คณาธนะวิชย์ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 4. นางใจชนก | ภาคอัติ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |
| 5. นายโสภณ | ผลประสิทธิ์ | กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ |

เมื่อคณะกรรมกรสภามหาวิทยาลัยฯ มาครบองค์ประชุมแล้ว ประธานกล่าวเปิดประชุมเมื่อเวลา 12.00 น. และขอให้ที่ประชุมพิจารณาเรื่องต่างๆ ตามระเบียบวาระการประชุม ดังต่อไปนี้

3.3 ขอปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี 3 หลักสูตร

เลขานุการสภามหาวิทยาลัย ตามที่คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ได้เสนอปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี 3 หลักสูตร ได้แก่

1. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)
2. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)
3. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)

ทั้งนี้ ทั้งสามหลักสูตรข้างต้น ได้ถูกพิจารณาและกรองกลั่นโดยคณะกรรมการสองชุด ได้แก่

- 1.) คณะกรรมการวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ 11/2564 เมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564 โดยที่ประชุมได้มีมติให้ความเห็นชอบ และเสนอแนะแก้ไขในรายละเอียดต่างๆ โดยทางคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
- 2.) คณะกรรมการสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (แต่งตั้งโดยสภามหาวิทยาลัยฯ) ในการประชุมครั้งที่ 2/2564 เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2564 โดยที่ประชุมได้มีข้อเสนอแนะในประเด็นต่างๆ (ดังรายละเอียดปรากฏในเอกสารประกอบการวาระการประชุม) โดยทางคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนเสนอที่ประชุมเพื่อโปรดพิจารณา เพื่อมหาวิทยาลัยฯ จะได้ดำเนินการต่อไป

มติที่ประชุม กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้สอบถามรายละเอียดของหลักสูตรในประเด็นต่าง ๆ โดยรองอธิการบดี ได้เรียนชี้แจงต่อที่ประชุมครบถ้วนทุกประเด็น เมื่อที่ประชุมได้รับฟังการชี้แจงของทางมหาวิทยาลัยฯ แล้วที่ประชุมจึงมีมติเห็นชอบการปรับปรุงหลักสูตรดังนี้

1. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)
2. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)
3. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)

โดยให้มีผลตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565

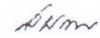
นอกจากนี้ กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้เสนอแนะให้ปรับแก้รายละเอียดเล็กน้อยในบางข้อย่อย (โดยได้แจ้งรายละเอียดไว้ที่ฝ่ายเลขานุการฯ) เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการหลักสูตรในอนาคต ซึ่งอธิการบดีรับที่จะนำไปดำเนินการต่อไป

- 16 -

วาระที่ 5 เรื่องกำหนดการประชุมครั้งต่อไป

สภามหาวิทยาลัยฯ ไม่ได้กำหนดให้จัดการประชุมครั้งต่อไป เนื่องจาก สป.อว. อยู่ในระหว่างดำเนินการเสนอแต่งตั้งคณะกรรมการสภามหาวิทยาลัยฯ ชุดใหม่ โดยคาดว่าจะมีคำสั่งแต่งตั้งฯ แจ้งให้มหาวิทยาลัยฯ ได้ทราบในช่วงเดือนมกราคม 2565

ปิดประชุมเวลา 15:30 น.



(นายสมภพ ภูริวิริยพงศ์)

ผู้บันทึกรายงานการประชุม

ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565



หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สารบัญ

| | |
|---|-----------|
| หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป..... | 1 |
| 1. รหัสและชื่อหลักสูตร | 1 |
| 2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา | 1 |
| 3. วิชาเอก (ถ้ามี)..... | 1 |
| 4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร | 1 |
| 5. รูปแบบของหลักสูตร | 1 |
| 6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร | 2 |
| 7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรคุณภาพและมาตรฐาน | 2 |
| 8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา | 2 |
| 9. ชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร | 3 |
| 10. สถานที่จัดการเรียนการสอน..... | 3 |
| 11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร..... | 4 |
| 12. ผลกระทบจาก ข้อ 11 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน..... | 7 |
| 13. ความสัมพันธ์กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน..... | 8 |
| หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร..... | 10 |
| 1. ปรัชญา ความสำคัญ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้..... | 10 |
| 2. แผนพัฒนาปรับปรุง | 15 |
| หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร | 17 |
| 1. ระบบการจัดการศึกษา | 17 |
| 2. การดำเนินการหลักสูตร | 17 |
| 3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน..... | 18 |
| 4. องค์กรประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน หรือสหกิจศึกษา)..... | 72 |
| 5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย | 72 |
| หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล | 73 |
| 1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา | 73 |
| 2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน | 73 |
| 3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (CURRICULUM MAPPING) | 77 |
| หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา | 96 |
| 1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ ในการให้ระดับคะแนน (เกรด) | 96 |
| 2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา | 96 |
| 3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร..... | 96 |

| | |
|---|-----|
| หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์ | 97 |
| 1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่ | 97 |
| 2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์ | 97 |
| หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร..... | 99 |
| 1. การกำกับมาตรฐานหลักสูตร..... | 99 |
| 2. บัณฑิต | 99 |
| 3. นักศึกษา..... | 100 |
| 4. อาจารย์..... | 100 |
| 5. หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน | 102 |
| 6. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้..... | 104 |
| 7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (KEY PERFORMANCE INDICATORS) | 105 |
| หมวดที่ 8 การประเมิน และปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร..... | 106 |
| 1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน | 106 |
| 2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม | 106 |
| 3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร | 106 |
| 4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุงหลักสูตรและแผนกลยุทธ์การสอน | 107 |
| ภาคผนวก ก ตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง | 108 |
| ภาคผนวก ข คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร | 129 |
| ภาคผนวก ค ข้อบังคับและระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร..... | 132 |
| ภาคผนวก ง ประวัติและผลงานอาจารย์ประจำหลักสูตร..... | 156 |
| ภาคผนวก จ ตารางเปรียบเทียบเนื้อหารายวิชาของหลักสูตรกับ มคอ.1 | 183 |
| ภาคผนวก ฉ ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรอง ปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล..... | 190 |

**รายละเอียดของหลักสูตร
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565**

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อหลักสูตร

1.1 รหัสหลักสูตร : 25520611103739

1.2 ชื่อหลักสูตร

ภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering Program in Mechanical Engineering

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็ม (ไทย) : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

ชื่อย่อ (ไทย) : วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล)

ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering)

ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Eng. (Mechanical Engineering)

3. วิชาเอก (ถ้ามี)

ไม่มี

4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

137 หน่วยกิต

5. รูปแบบของหลักสูตร

5.1 รูปแบบ

หลักสูตรระดับปริญญาตรี หลักสูตร 4 ปี

5.2 ประเภทของหลักสูตร

หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ

5.3 ภาษาที่ใช้

ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

5.4 การรับเข้าศึกษา

รับนักศึกษาไทย และนักศึกษาต่างประเทศที่สามารถใช้ภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษได้

5.5 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรเฉพาะของสถาบันที่จัดการเรียนการสอนโดยตรง

5.6 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาบัตรเพียงสาขาวิชาเดียว

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 ปรับปรุงมาจากหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล พ.ศ. 2560

เปิดสอนในภาคการศึกษาที่ ...1... ปีการศึกษา ...2565...

คณะกรรมการวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เห็นชอบหลักสูตรแล้ว

ในการประชุมครั้งที่ 11./2564.....เมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน 2564.....

สภาวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เห็นชอบหลักสูตรแล้ว

ในการประชุมครั้งที่ 2./2564..... เมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2564.....

สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร อนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรแล้ว

ในการประชุมครั้งที่ 6./2564..... เมื่อวันที่ 21 ธันวาคม 2564.....

7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรมีความพร้อมเผยแพร่ว่าเป็นหลักสูตรคุณภาพและมาตรฐานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พ.ศ. 2553 ในปีการศึกษา 2567 (2 ปี หลังจากปรับปรุงหลักสูตร)

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สามารถประกอบอาชีพที่น่าสนใจได้หลากหลาย ทั้งในด้านของลักษณะงานที่รับผิดชอบและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็น หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หน่วยงานเอกชน และประกอบธุรกิจส่วนตัว โดยบัณฑิตสามารถเลือกประกอบอาชีพในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

8.1 วิศวกรเครื่องกล (Mechanical engineer) ตามกรอบงานทางวิศวกรรมเครื่องกลและ/หรืองานที่เกี่ยวข้องดังที่สภาวิศวกรกำหนด อาทิ วิศวกรออกแบบ (Design engineer) วิศวกรที่ปรึกษา (Consulting engineer) วิศวกรสนาม (Site engineer) วิศวกรตรวจสอบ (Inspection engineer) วิศวกรซ่อมบำรุง (Maintenance engineer) วิศวกรบริการ (Service engineer) วิศวกรการผลิต (Production engineer) และ/หรือวิศวกรคุณภาพ (Quality engineer) เป็นต้น

8.2 นักวิชาการ (Academic scholar) หรือนักวิจัย (Researcher) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและ/หรือสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. ชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

| ลำดับ ที่ | ตำแหน่ง ทางวิชาการ | ชื่อ - สกุล | วุฒิ การศึกษา | สาขาวิชา | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่ สำเร็จ |
|--------------|------------------------|----------------------------|------------------|--|--|-----------------|
| 1 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.วายุ ช้างเจริญ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ | 2548 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมการบิน และอวกาศยาน | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2541 |
| 2 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.ฐิตะพล หุยนันท์ | Ph.D. | Mechanical Engineering | University of Sheffield, UK | 2546 |
| | | | M.Sc. | Engineering and Manufacturing Management | Coventry University, UK | 2539 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2534 |
| 3 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.กฤษณ์ เรืองพยุงค์ศักดิ์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2561 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2540 |
| 4 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.ปรัชญา สำรวสินธุ์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2561 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2554 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |
| 5 | อาจารย์ | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2560 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2542 |
| 6 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | สรารวุฒิ สัจวงกาญจน์ | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2559 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |

10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เลขที่ 140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10510

11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ประเทศมหาอำนาจทางด้านเศรษฐกิจ ไม่ว่าจะเป็นประเทศสหรัฐอเมริกา จีน รัสเซีย ยุโรป อินเดีย และญี่ปุ่น ล้วนแล้วแต่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทาง ควบคุม และจัดการเกี่ยวกับเศรษฐกิจของโลกแทบทั้งสิ้น ซึ่งก่อให้เกิดการแข่งขันใน 7 รูปแบบ ได้แก่ 1. ด้านการค้าการลงทุน 2. ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3. ด้านการเงินการธนาคาร 4. ด้านการสื่อสาร 5. ด้านวัฒนธรรมการดำรงชีวิต 6. ด้านการเมืองการปกครอง และ 7. ด้านการทหาร ทำให้แทบทุกประเทศทั่วโลก ต้องมีการกำหนดมาตรการตอบสนองต่อการแข่งขันทั้ง 7 รูปแบบข้างต้น และหากพิจารณาให้ดีในห้วงเวลา 5 ปีย้อนหลังจะพบว่า เป้าหมายที่นับได้ว่าเป็นเทรนด์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดอย่างหนึ่งของประเทศที่พัฒนาแล้ว คือ “การก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0” ซึ่งมีการกล่าวถึงครั้งแรกในสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum) ในปี ค.ศ. 2016 ยิ่งเป็นตัวเร่งให้ทั่วทุกภูมิภาคของโลกต้องตื่นตัว ปรับตัว และพยายามยกระดับขีดความสามารถของตนเองให้สูงขึ้น เพื่อให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีใหม่ๆ แบบพลิกโฉม (Disruptive Technology) และก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อเทคโนโลยีแบบเดิม ก่อนที่จะสายเกินไปจนอาจถึงยุคที่ล้ำหลังและแข่งขันเชิงเศรษฐกิจไม่ได้ในที่สุด นอกจากนี้บนเวทีการแข่งขันทางการค้าของโลก ยังมีการทำความตกลงร่วมมือกันในทางการส่งสินค้า แรงงาน และบริการระหว่างประเทศสมาชิกหลายกลุ่ม อาทิ การก่อตั้งกลุ่ม BRICS หรือกลุ่มประเทศที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว อันประกอบด้วยบราซิล (Brazil) รัสเซีย (Russia) อินเดีย (India) จีน (China) และแอฟริกาใต้ (South Africa) หรือการก่อตั้งกลุ่ม TPP หรือกลุ่มความตกลงหุ้นส่วนเศรษฐกิจภาคพื้นแปซิฟิก (Trans-Pacific Partnership) ที่ประกอบด้วยสมาชิกทั้งสิ้น 12 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย บรูไน แคนาดา ชิลี มาเลเซีย เม็กซิโก นิวซีแลนด์ เปรู สิงคโปร์ เวียดนาม และญี่ปุ่น หรือการก่อตั้งกลุ่มทางการทหารที่ชื่อ AUKUS ที่มาจาก 5 ชาติ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา แคนาดา อังกฤษ ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายกลุ่มที่มีได้กล่าวถึงในที่นี้ ทำให้ประเทศขนาดเล็กได้รับผลกระทบและถูกบีบบังคับทางอ้อมว่าต้องมีการกำหนดท่าทีที่ชัดเจนขึ้น ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง

สถานการณ์ที่น่าจับตามองอย่างยิ่ง คือ ประเทศจีน โดยการนำของประธานาธิบดี สี จิ้นผิง ได้มีโครงการภายใต้ยุทธศาสตร์เส้นทางสายไหม หนึ่งแถบ หนึ่งเส้นทาง (One Belt One Road, OBOR) เพื่อเชื่อมประเทศจีนกับยุโรปทั้งทางบก (ผ่านทางเอเชียกลางและเอเชียตะวันตก) และทางทะเล (ผ่านทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียใต้ และแอฟริกา) จึงทำให้รัฐบาลไทยมีดำริที่จะสร้าง “โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor, EEC)” ขึ้น และต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น “โครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก” แต่ยังคงใช้ตัวย่อเป็น EEC เช่นเดิม ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการลงทุน ยกระดับนวัตกรรม และพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงในประเทศไทย รวมทั้งเป็นผู้อำนวยการความสะดวกด้านการติดต่อดำเนินธุรกิจตลอดระยะเวลาของโครงการและประสานงานอย่างใกล้ชิดกับหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนอื่นๆ เพื่อให้มั่นใจว่าโครงการนั้นจะประสบความสำเร็จ

สำหรับประเทศไทยก็ได้มีการปรับตัวเพื่อรองรับเทรนด์ใหม่ของเศรษฐกิจโลก โดยได้มีการประกาศใช้ “ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)” ในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2561 ซึ่งมีวิสัยทัศน์ คือ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” โดยมีการกิจสำคัญในการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านต่างๆ เพื่อปรับแก้ จักรระบบ ปรับทิศทาง และสร้างหนทางพัฒนาประเทศให้เจริญ สามารถรับมือกับโอกาสและภัยคุกคามแบบใหม่ๆ ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงในศตวรรษที่ 21 ในการนี้รัฐบาลจึงได้กำหนดวิสัยทัศน์เชิงนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยขึ้นใหม่และเรียกสั้นๆ ว่า “ไทยแลนด์ 4.0” ซึ่งจะอาศัยโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม (Innovation Drive Economy) แทนแบบเดิมที่ขับเคลื่อนด้วยการพัฒนาประสิทธิภาพในการผลิตภาคอุตสาหกรรม และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงใน 3 มิติที่สำคัญ ได้แก่ 1. เปลี่ยนจากการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์ ไปสู่สินค้าเชิงนวัตกรรม 2. เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม และ 3. เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น และเพื่อให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ใน

การกำหนดกรอบนโยบายต่างๆ สำหรับนักลงทุน ผู้ประกอบการ และรวมไปถึงภาคการศึกษาซึ่งทำหน้าที่ผลิตบัณฑิตป้อนสู่ภาคอุตสาหกรรมด้วย รัฐบาลจึงได้ประกาศกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายทั้งสิ้น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1. เป็นการต่อยอด 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-curve) 2. เป็นการเติม 7 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-curve) และ 3. เป็นการปฏิรูปใหม่ของกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อให้สามารถเติบโตต่อไปในยุคของเทคโนโลยีในอนาคตทั้งนี้สามารถแจกแจงอุตสาหกรรมทั้ง 3 ลักษณะได้ดังนี้

- การต่อยอด 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ ประกอบด้วย
 1. อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next – Generation Automotive)
 2. อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ (Smart Electronics)
 3. อุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ (Affluent, Medical and Wellness Tourism)
 4. การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Agriculture and Biotechnology)
 5. อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร (Food for the Future)
- การเติม 7 อุตสาหกรรมอนาคต (New S-curve) ประกอบด้วย
 1. อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ (Robotics)
 2. อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์ (Aviation and Logistics)
 3. อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals)
 4. อุตสาหกรรมดิจิทัล (Digital)
 5. อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub)
 6. อุตสาหกรรมป้องกันประเทศ (Defense)
 7. อุตสาหกรรมการพัฒนาบุคลากรและการศึกษา (Education and Human Resource Development)
- การปฏิรูปใหม่ของกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อให้สามารถเติบโตต่อไปในยุคของเทคโนโลยีในอนาคต มีลักษณะเด่นคือ
 1. กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีแบบเดิมในการผลิต มีความสามารถในการเติบโตจำกัด
 2. กลุ่มอุตสาหกรรมที่ต้องการปฏิรูปใหม่เพื่อสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ
 3. การรวมกลุ่มเป็นคลัสเตอร์อุตสาหกรรมใหญ่
 4. เพิ่มการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่
 5. เพิ่มความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

นอกจากนี้ยังมีการขับเคลื่อนแผนปฏิบัติการด้านการผลิตและพัฒนากำลังคน ในสาขาอาชีพที่มีความจำเป็นเร่งด่วนต่อการพัฒนาประเทศ ตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ พ.ศ. 2562-2565 ใน 7 สาขาอาชีพ ได้แก่ 1. สาขาโลจิสติกส์โครงสร้างพื้นฐาน 2. สาขาโลจิสติกส์และซัพพลายเชน 3. สาขาหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ 4. สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและดิจิทัลคอนเทนต์ 5. สาขาอาหารและเกษตร 6. สาขาปิโตรเคมี เคมีภัณฑ์ พลังงานและพลังงานทดแทน และ 7. สาขาแม่พิมพ์ มีการยกระดับการเรียนการสอนทั้งในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา รวมทั้งร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม สร้างกำลังคนคุณภาพของประเทศให้มีปริมาณเพียงพอ เพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-curve) และรองรับการเข้าสู่ไทยแลนด์ 4.0 อย่างทันท่วงที (ในช่วงปี 2562-2565) ซึ่งคาดว่าจะมีการขยายผลต่อยอดจากปี 2565 ไปอีกระยะเวลาหนึ่ง หากอัตราการผลิตกำลังคนยังไม่ถึงเป้าหมาย

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า ขอบข่ายงานและความรับผิดชอบสำหรับวิศวกรเครื่องกล จะมีความเกี่ยวข้องกับทั้ง First S-curve และ New S-curve หลายด้าน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่: การใช้เทคโนโลยี CAD/CAM/CAE เพื่อช่วยในการออกแบบทั้งโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรมของยานยนต์สมัยใหม่ อากาศยานไร้คนขับ รวมไปถึงเทคโนโลยีในการออกแบบระบบประหยัพลังงานเชื้อเพลิงและใช้เชื้อเพลิงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นต้น

- อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ: การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบฟอกอากาศและกำจัดฝุ่น PM2.5 ระบบดูดกลิ่นและกำจัดควัน ห้องความดันลบ การพัฒนาอุปกรณ์บริหารร่างกายภูมิปัญญาชาวบ้าน การผลิตถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) คุณภาพสูง สำหรับใช้ในทางการแพทย์ การเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ในกระบวนการผลิตน้ำมันนวดสมุนไพรหรือน้ำมันหอมระเหยสำหรับงานสปาภูมิปัญญาไทย เป็นต้น
- การเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ: การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร การพัฒนาเครื่องฟักตัวอ่อนและอนุบาลสัตว์เชิงเศรษฐกิจ การออกแบบระบบบริหารและจัดการน้ำเพื่อการเกษตรสมัยใหม่ การประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร การออกแบบอุปกรณ์ช่วยขยายพันธุ์พืชของเกษตรกร เป็นต้น
- อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร: การออกแบบเครื่องอบและถนอมอาหาร สมุนไพร การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านความร้อนหรือความเย็นในการแปรรูปอาหารคุณภาพสูง เป็นต้น
- อุตสาหกรรมหุ่นยนต์: ใช้เทคโนโลยี CAD/CAM/CAE เพื่อช่วยในการออกแบบและผลิตหุ่นยนต์เชื่อมโลหะ หุ่นยนต์ที่ใช้ในแม่พิมพ์อัดหรือฉีดพลาสติก หุ่นยนต์ดำน้ำ หรือหุ่นยนต์ที่ใช้ในปฏิบัติการทางการแพทย์ เป็นต้น
- อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์: กิจการสาธารณูปโภคและบริการเพื่อการขนส่ง เช่น Inland Container Depot (Icd) กิจการขนถ่ายสินค้าสำหรับเรือบรรทุกสินค้า กิจการขนส่งทางรางและสนามบินพาณิชย์ ศูนย์รวมกิจการโลจิสติกส์ทันสมัย เช่น การขนส่งทางอากาศ (Air Cargo) ศูนย์กระจายสินค้าระหว่างประเทศด้วยระบบที่ทันสมัย (International Distribution Center: IDC) การขนส่งแบบ Cold Chain และการขนส่งที่ใช้ Big Data and Analytics ทั้งนี้ เพื่อพัฒนาเป็นศูนย์กลางการขนส่งทางอากาศของภูมิภาคกลุ่มน้ำโขง การบริการซ่อมบำรุงอากาศยาน (Maintenance, Repair and Overhaul: MRO) มุ่งเน้นการซ่อมบำรุงโครงสร้างเครื่องบินลำตัวแคบ (Narrow-body Airframe Maintenance) ซึ่งจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากในแถบภาคพื้นเอเชีย การซ่อมบำรุงชิ้นส่วน (Component MRO) และการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ (Engine MRO) โดยการร่วมทุนกับสายการบิน ผู้ให้บริการซ่อมบำรุง (Third Party MRO Provider) หรือผู้ผลิตชิ้นส่วน (OEM)
- อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ: การผลิตกรดแลคติกและกรดซีกซินิกจากเอทานอล เป็นสะพานเชื่อมระหว่างอุตสาหกรรมต้นน้ำ (ผลิตเอทานอล) และปลายน้ำ (อุตสาหกรรมเคมี) ที่มีอยู่แล้ว รวมถึงผลิตภัณฑ์เคมีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ชนิดพิเศษ การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ไม่เป็นอาหาร เช่น ชังข้าวโพดและชานอ้อย รวมไปถึงเพิ่มการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพที่ผลิตจากสาหร่ายที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ เป็นต้น
- อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร: การออกแบบและผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์สมัยใหม่ เพื่อการวินิจฉัยและติดตามผลระยะไกล (Remote Health Monitoring Devices) การออกแบบและพัฒนาเซ็นเซอร์ (Sensors) และอุปกรณ์การวัดสมัยใหม่ โดยตอบสนองกลุ่มผู้บริโภคสามกลุ่ม คือ 1. กลุ่มผู้มีโรคเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคเกี่ยวกับระบบหายใจ 2. กลุ่ม ผู้สูงอายุ และ 3. กลุ่มผู้ที่ต้องการวินิจฉัยโรคด้วยตนเอง เช่น วัดความดันโลหิต การเต้นของหัวใจ เป็นต้น
- อุตสาหกรรมการพัฒนาบุคลากรและการศึกษา: ช่างงานนี้จำเป็นต้องพึ่งหน่วยงานภาคการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน ในการจัดทำหลักสูตรเพื่อพัฒนากำลังคนป้อนสู่อุตสาหกรรมเป้าหมาย ทั้งแบบระยะสั้นและระยะยาว เพื่อเตรียมความพร้อมในด้านคุณวุฒิการศึกษาและคุณวุฒิวิชาชีพ ในการพัฒนาหรือเพิ่มทักษะให้สามารถทำงานรูปแบบเดิมแต่ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเดิม (Upskill) หรือการพัฒนาหรือเพิ่มทักษะให้สามารถทำงานรูปแบบใหม่ที่ต่างจากเดิมหรือคล้ายคลึงกับงานเดิมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเดิม (Reskill) หรือการพัฒนาทักษะให้สามารถทำงานรูปแบบใหม่ให้มีผลลัพธ์ในระดับที่ยอมรับได้ (Newskill) นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา เน้นงานศึกษาเชิงลึกเพื่อการแก้ไขปัญหาที่รากเหง้า และเตรียมความพร้อมของบัณฑิตสู่การพัฒนาศักยภาพเพื่อเป็นนักวิจัยหรือเพื่อการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา เป็นต้น

นอกจากสถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจของโลก ดังได้กล่าวเบื้องต้นแล้ว ปัจจุบันแทบทุกประเทศก็ยังได้รับผลกระทบอย่างหนัก ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากปัญหาการระบาดของโรคโควิด-19 (COVID-19) ด้วย ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลได้ตระหนักเป็นอย่างดีสำหรับปัญหาดังกล่าว และมีอาจเพิกเฉยหรือละทิ้งความเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ทางด้านเศรษฐกิจของโลกและของประเทศไทยในครั้งนี้ได้ แม้จะทราบดีว่า ตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมาหลายทศวรรษแล้วนั้น ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงใหม่ๆ เกิดขึ้นกี่ครั้งในโลกก็ตาม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ก็ยังเป็นสาขาวิชาที่มีความต้องการอยู่เสมอก็ตาม ดังนั้นภาควิชาฯ จึงเห็นควรให้มีการปรับปรุงหลักสูตรหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล โดยมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตเพื่อตอบสนองต่อยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีของรัฐบาล ซึ่งนับเป็นระยะเวลาที่ยาวนานและต่อเนื่อง ทั้งนี้จะได้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (2560-2564) และฉบับที่ 13 (2566-2570) รวมทั้งการบรรลุวิสัยทัศน์ “มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” เป็นลำดับต่อไป

11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

ในยุคที่มีการสื่อสารแบบไร้พรมแดน ข้อมูลที่หลากหลายแบบ Big data ผ่านทางโทรศัพท์มือถือและระบบโซเชียลมีเดีย ได้ถาโถมมาสู่แทบทุกคนบนโลกใบนี้ ทำให้เกิดทั้งการแลกเปลี่ยนและซึมซับวัฒนธรรมระหว่างชาติได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องชีวิตความเป็นอยู่ อาหารการกิน กีฬา สุขภาพ การแต่งกาย การศึกษา การทำงาน การเมือง การศาสนา ค่านิยม รวมไปถึงการมีชีวิตครอบครัว และอื่นๆ จึงไม่น่าแปลกใจเลย ที่วัยรุ่น วัยเรียน สามารถปรับเปลี่ยนเลียนแบบวิถีชีวิตของตนเองให้คล้ายคลึงกลุ่มคนในอีกซีกโลกหนึ่งได้อย่างไม่ยากนัก

ด้วยความเจริญรุดหน้าทางการแพทย์ในยุคปัจจุบัน เป็นสาเหตุให้อายุโดยเฉลี่ยของมนุษย์สูงขึ้น ทำให้สังคมของผู้สูงอายุ นับวันจะเริ่มมีมากขึ้นด้วยในแทบทุกประเทศ แต่ในทางตรงกันข้าม กลับมีจำนวนของเด็กวัยแรกเกิดน้อยลง นั่นจึงเป็นเหตุให้กลุ่มคนผู้ที่อยู่ในวัยทำงานจึงต้องแบกรับภาระในการดูแลคนสองวัย คือ ผู้สูงอายุและบุตรหลานวัยรุ่น แต่ด้วยปัญหาของคนวัยทำงาน เช่น ค่าครองชีพและคุณภาพชีวิตต่างรุมเร้าหนักหน่วง จึงทำให้เวลาส่วนใหญ่นั้น หมดไปกับกับหน้าที่การงานที่รับผิดชอบ ยิ่งส่งผลให้ช่องว่างระหว่างผู้ปกครองและบุตรหลานวัยรุ่นนับวันจะมีมากขึ้น ความพยายามในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ของเด็กวัยรุ่นโดยลำพัง ด้วยการปรึกษาเพื่อนหรือพึ่งทางออกด้วยโซเชียลมีเดีย ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา ไม่ว่าจะเป็นปัญหายาเสพติด ปัญหาอาชญากรรม ปัญหาการมีบุตรก่อนวัยอันควร รวมทั้งปัญหาค่านิยมที่ไม่พึงประสงค์อื่นๆ ความแตกต่างกันระหว่างความรู้สึกนึกคิดของคนในแต่ละวัยหรือแต่ละเจนเนอเรชัน (Generation) ทำให้มีมุมมองและหลักคิดในการแก้ไขปัญหาได้แตกต่างกันไปด้วย ส่งผลให้เกิดปัญหาความไม่เข้าใจกันสะสมมากมายในระดับครอบครัว และขยายตัวออกไปเป็นปัญหาในระดับสังคมและประเทศชาติโดยลำดับ และล่าสุดยังมีปัญหาเรื่องโรคระบาดโควิด-19 (COVID-19) อีก ยิ่งเป็นการซ้ำเติมปัญหาทางสังคมให้ทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทางภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลมีความเห็นพ้องต้องกันว่า จะพยายามปรับปรุงหลักสูตรขึ้นใหม่ ที่มีใช้เน้นแต่เพียงหลักคิดในการแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว หากแต่ต้องมุ่งเน้นให้บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาไป มีทักษะในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองได้อย่างยั่งยืนควบคู่ไปด้วย เนื่องจากภาควิชาฯ เชื่อว่าการที่บัณฑิตมีเกราะป้องกันภัยที่แข็งแกร่งและสมบูรณ์แบบบูรณาการ คือ มีทั้งคุณธรรม จริยธรรม สามัญสำนึก ทักษะ และความรู้ที่ดีแล้ว ย่อมสามารถที่จะเผชิญปัญหาที่หนักหน่วง เข้มข้น หลากหลาย และซับซ้อนได้ ซึ่งจะเป็นการเติมพลังของคนรุ่นใหม่ให้กลายเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติให้รุ่งเรืองสืบไป

12. ผลกระทบจาก ข้อ 11 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

12.1 การพัฒนาหลักสูตร

จากสถานการณ์ของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ ตลอดจนการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นล้วนแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่า มีการเปลี่ยนแปลงบริบทของความก้าวหน้าอย่างมากมาย นับตั้งแต่ประเทศมหาอำนาจ ลงมาถึงประเทศขนาด

เล็กในแทบทุกภูมิภาคทั่วโลก และส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย จนในที่สุดได้ส่งผลกระทบต่อภาวะของความต้องการในการใช้บัณฑิตด้วย

ผลกระทบจากสถานการณ์ภายนอกทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรในเชิงรุกเพื่อให้ได้บัณฑิตที่มีศักยภาพในด้านต่างๆ สามารถปรับเปลี่ยนหรือสร้างสรรค์องค์ความรู้ได้ทันตามวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงในอนาคต ด้วยการผลิตบุคลากรทางวิศวกรรมเครื่องกลที่มีความพร้อมที่จะปฏิบัติงานในองค์กรทั้งภาครัฐและภาคเอกชน มีความรู้ มีทักษะที่ดี สามารถปฏิบัติงานหรือพัฒนาเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม มีความสามารถในการปรับตัวเพื่อเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่สำหรับประยุกต์ใช้ในการทำงาน รวมไปถึงการดำรงชีพในศตวรรษที่ 21 สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อน รู้จักใช้วิจารณญาณในการแยกแยะความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีความคิดสร้างสรรค์ กล้าแสดงออก มีคุณธรรม จริยธรรม และมีจรรยาบรรณในการประกอบวิชาชีพ

12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

การพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ได้ดำเนินการให้สอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครที่ว่า “มหาวิทยาลัยทางด้านเทคโนโลยีระดับพรีเมียมสำหรับทุกคน (Premium Technological University for All)” และยังสอดคล้องกับพันธกิจของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ในอันที่จะมุ่งผลิตบัณฑิตชั้นเลิศทั้งความรู้ทางวิชาการและการปฏิบัติงานในสายวิชาชีพในภาคอุตสาหกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานจรรยาบรรณวิชาชีพ รวมไปถึงการทำวิจัยและสร้างสรรค์นวัตกรรมที่มีประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติ

13. ความสัมพันธ์กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน

13.1 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรนี้ที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล เป็นหลักสูตรที่ต้องอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีความสัมพันธ์กับคณะวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนการสอนวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สถิติ และวิทยาศาสตร์พื้นฐาน นอกจากนี้ยังต้องสัมพันธ์กับภาควิชาวิศวกรรมอื่นๆ ที่ช่วยสนับสนุนการสอนวิชาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมการผลิต โดยแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

- 1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ รับผิดชอบโดยภาควิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
- 2) กลุ่มวิชาภาษา รับผิดชอบโดยภาควิชาภาษาอังกฤษ
- 3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รับผิดชอบโดยคณะวิทยาศาสตร์ร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ รับผิดชอบโดยคณะวิทยาศาสตร์ร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
- 5) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ วิชาวัสดุวิศวกรรม รับผิดชอบโดยภาควิชาวิศวกรรมเคมี และวิชากลศาสตร์วิศวกรรม รับผิดชอบโดยภาควิชาวิศวกรรมโยธา
- 6) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ ได้แก่ วิชาการเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร รับผิดชอบโดยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

13.2 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้ภาควิชา/หลักสูตรอื่นต้องมาเรียน

- 1) กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิชาการฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน เปิดสอนให้คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกสาขาวิชา (ยกเว้นสาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร)
- 2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ วิชาพื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม เปิดสอนให้คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกสาขาวิชา (ยกเว้นสาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร)

13.3 การบริหารจัดการ

การบริหารจัดการรายวิชาที่เปิดให้บริการ และรายวิชาที่รับบริการให้กับคณะหรือภาควิชาอื่น จะบริหารจัดการโดย

(1) กำหนดอาจารย์ของภาควิชาที่เป็นผู้รับผิดชอบหลักสูตร ประสานงานกับอาจารย์ผู้แทนจากภาควิชาและคณะอื่น ๆ ที่ให้บริการการสอนวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

(2) การบริหารจัดการของหลักสูตรทั้งในกรณีที่นักศึกษาของหลักสูตรอื่นมารับบริการการสอนของหลักสูตร หรือนักศึกษาของหลักสูตรไปรับบริการการสอนจากหลักสูตรอื่น มีหลักเกณฑ์ที่จะทำให้มั่นใจได้ว่าการรับบริการการสอนและการให้บริการการสอนตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของกลุ่มวิชา หรือสหวิชานั้น ๆ

หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

1. ปรัชญา ความสำคัญ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้

1.1 ปรัชญา

พัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน มีความล้ำหน้าไปกว่าในอดีตมาก ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกโฉมและส่งผลกระทบต่อมวลมนุษยชาติทั้งในแง่ที่ดีและมีจุดบกพร่องเคล้ากันไป นอกจากนี้ยังประจักษ์ได้ว่า โลกที่อินเทอร์เน็ตมีบทบาทอย่างยิ่งในชีวิตความเป็นอยู่ของทั้งคนเมืองและคนชนบท รวมทั้งก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนและซึมซับทั้งวัฒนธรรมและค่านิยมใหม่ๆ มากมายของคนในสังคม บนบริบทของความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจจะเป็นทั้งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบในเวลาเดียวกัน จึงเป็นสาเหตุทำให้สถาบันการศึกษาทุกภาคส่วน จำเป็นต้องมีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรด้วยหลักคิดที่ละเอียดลึกซึ้ง ทันสมัย ก้าวทันและสอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงให้ได้

นับจากที่มีการก่อตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครขึ้นมา จนถึงปัจจุบันหรือแม้กระทั่งในอนาคต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ก็ยังคงมีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลอย่างต่อเนื่องมาโดยลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับทั้งปรัชญาของมหาวิทยาลัยที่ว่า “ความรู้คือพลัง” และสอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่ว่า “มหาวิทยาลัยทางด้านเทคโนโลยีระดับพรีเมียมสำหรับทุกคน (Premium Technological University for All)” ซึ่งที่ผ่านมาหลักสูตรนี้ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ซึ่งปัจจุบัน คือ สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) และได้รับการรับรองหลักสูตรและสถาบันการศึกษาจากสภาวิศวกรอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด

1.2 ความสำคัญของหลักสูตร

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ตระหนักดีกว่า การพัฒนาประเทศจะประสบผลสำเร็จได้ต้องเริ่มต้นที่การพัฒนาคน ในอดีตที่ผ่านมา ประเทศไทยมีความขาดแคลนบุคลากรผู้มีความรู้ความสามารถทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิศวกรที่มีคุณภาพและมีศักยภาพในการเรียนรู้วิทยาการพื้นฐานและวิทยาการสมัยใหม่ สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน ดังนั้นเพื่อตอบโจทย์ดังกล่าว ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จึงเปิดการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตครั้งแรกในปี 2534 และได้รับการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน โดยหลักสูตรต้องผ่านการรับรองจากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) รวมทั้งสภาวิศวกรด้วย ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงผู้ใช้บัณฑิตหรือผู้มีส่วนได้เสียเป็นปัจจัยพิจารณาในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตร เพื่อให้มั่นใจว่าหลักสูตรสามารถผลิตวิศวกรเครื่องกลที่มีความรู้ในเชิงวิชาการ มีความสามารถและทักษะเชิงวิชาชีพ มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรม มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณของวิชาชีพวิศวกรรม มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดี ตลอดจนมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและสร้างความเจริญก้าวหน้าให้แก่ประเทศชาติ

1.2.1 การสำรวจ และการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 ได้ดำเนินการมาเป็นเวลาเกือบ 5 ปี เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานต่างๆ ปีละประมาณ 100 คน ตามจุดประสงค์ของหลักสูตร อย่างไรก็ตามแม้ว่าหลักสูตรสามารถผลิตบัณฑิตได้ตามแผน แต่ยังมีอีกหลายประเด็นที่ต้องดำเนินการปรับปรุงหลักสูตร เนื่องจากความต้องการจากหลายปัจจัยดังต่อไปนี้

- (1) การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี ภายใต้อสถานการณ์ปัจจุบัน

- (2) ความต้องการตามกรอบประกันคุณภาพของหลักสูตรทั้งในระดับมหาวิทยาลัยและระดับประเทศ ที่ต้องการปรับปรุงหลักสูตรทุกๆ 5 ปี และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันได้มีการกำหนดผลลัพธ์ของหลักสูตรที่บ่งชี้ถึงการผลิตบัณฑิตตามความต้องการของผู้ใช้เพิ่มเติม
- (3) การปรับเปลี่ยน ระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ว่าด้วยองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม และองค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม และข้อบังคับสภาวิศวกร ว่าด้วยการรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตร ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2564
- (4) ความไม่ทันสมัย และ/หรือ ความไม่ยืดหยุ่นต่อสถานการณ์ปัจจุบันในบางส่วนของหลักสูตร

จากเหตุปัจจัยต่างๆ ดังกล่าว ทางหลักสูตรจึงได้ดำเนินการจัดตั้งคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร และพัฒนาหลักสูตรฯ เพื่อวางแผนและดำเนินกิจกรรมต่างๆ โดยเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลจาก ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากหลักสูตร (Program's Stakeholders) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการกำหนด ผลลัพธ์ของหลักสูตร (Program Learning Outcomes หรือ PLO's) และใช้เป็นแนวทางการออกแบบและปรับปรุงหลักสูตร ดังนั้นคณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตร จึงได้ขอสรุปจากข้อมูลที่ได้รับจากผู้มีส่วนร่วมทุกภาคส่วนของหลักสูตร เป็นประเด็นสำคัญดังนี้

1) เกณฑ์ มคอ.1

หลักสูตรต้องผลิตบัณฑิตให้มีกลุ่มองค์ความรู้ และมีคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ ให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พ.ศ.2553

2) เกณฑ์ของสภาวิศวกร

หลักสูตรต้องผลิตบัณฑิตให้มีกลุ่มองค์ความรู้ และเป็นไปตามลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ หรือเทียบเท่าตามข้อตกลงทางการศึกษา (Washington Accord) ตามเกณฑ์ของสภาวิศวกร

3) วิสัยทัศน์และพันธกิจของมหาวิทยาลัย และคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

วิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครที่กล่าวว่า “บัณฑิตและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครจะต้องเป็นที่ยอมรับและต้องการของอุตสาหกรรม” และพันธกิจของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครคือ “มหาวิทยาลัยทางด้านเทคโนโลยีระดับดีเยี่ยมสำหรับทุกคน” นอกจากนี้วิสัยทัศน์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีข้อความว่า “บัณฑิตและนวัตกรรมของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร จะต้องเป็นที่ยอมรับและต้องการของภาคอุตสาหกรรม” และพันธกิจของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการผลิตบัณฑิตที่กล่าวว่า “ผลิตบัณฑิตที่มีทักษะการทำงาน และสามารถนำความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพบนพื้นฐานจรรยาบรรณวิชาชีพ” และรวมถึงอัตลักษณ์ของผู้สำเร็จการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานครคือ “คิดเป็น ทำจริง” ซึ่งข้อความเหล่านี้ล้วนช่วยกำหนดทิศทางของการปรับปรุงหลักสูตร เพื่อแต่ละหลักสูตรในมหาวิทยาลัยผลิตบัณฑิตให้มีทิศทางเดียวกัน

4) จากผลการสำรวจความต้องการจากผู้ใช้งานบัณฑิต/สถานประกอบการ/หน่วยงาน

ทั้งนี้ก่อนหน้าที่จะมีการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ทางภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลได้จัดทำ “แบบสำรวจคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต” ขึ้นเพื่อนำข้อมูลที่สำรวจได้ มาเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรนี้ ให้สอดคล้องกับทั้งความเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีแบบพลิกโฉมของโลกและความต้องการการใช้บัณฑิตจากหลายภาคส่วนจำนวนทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง ได้แก่ จากหน่วยงานภาคเอกชน (72.9%) ผู้ประกอบธุรกิจส่วนตัว/เจ้าของกิจการ (18.8%) และหน่วยงานส่วนราชการ (8.3%) ทั้งนี้จากข้อมูลสำรวจเกี่ยวกับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตทั้ง 5 ด้าน ได้ผลดังนี้

| ด้านที่สำรวจ | คะแนน (เต็ม 5 คะแนน) | คุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ |
|--|----------------------|--|
| 1. ด้านความรู้ | 4.50 | มีความรู้ความสามารถในวิชาชีพ พร้อมทั้งมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติงานและสามารถนำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้กับงาน |
| 2. ด้านทักษะทางปัญญา | 4.54 | มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีสามารถในการคิดแก้ปัญหา มีความสามารถในการวางแผนและจัดระบบการทำงาน รวมทั้งมีความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ |
| 3. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | 4.47 | มีการแสวงหาความรู้ใหม่เพื่อพัฒนางาน สามารถทำงานเป็นทีม มีมนุษยสัมพันธ์ และสามารถในการปรับตัว |
| 4. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | 4.42 | มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน สามารถวิเคราะห์และสรุปผลเชิงตรรกะ สามารถใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถสื่อสารและแสดงความคิดเห็นได้ รวมทั้งมีความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษ |
| 5. ด้านคุณธรรม จริยธรรม | 4.57 | มีความซื่อสัตย์สุจริต รับผิดชอบต่อหน้าที่ ตรงต่อเวลา ขยันหมั่นเพียร อดทน ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพ ปฏิบัติตามกฎระเบียบของหน่วยงาน ห่วงเทและอุทิศตนให้กับงาน |

จากข้อมูลจะเห็นว่าแต่ละด้านมีคะแนนใกล้เคียงกัน โดยด้านคุณธรรม จริยธรรม มีความต้องการมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านทักษะทางปัญญา สรุปโดยรวมคือ ต้องการบัณฑิตที่มีคุณธรรม จริยธรรม ควบคู่ไปกับต้องการบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถ ในงานด้านวิศวกรรมเครื่องกล

ความเห็นอื่นๆ จากผลสำรวจที่ต้องการให้มีเพิ่มเติมใน 3 ด้านคือ

ด้านความรู้ ต้องการบัณฑิตที่มีความรู้ทางด้าน วิศวกรรมระบบท่อ สายงานระบบปรับอากาศ ภาระการทำความเย็นและระบบเครื่องเย็น งานระบบประกอบอาคารและแบบก่อสร้าง กรรมวิธีการผลิต การออกแบบเครื่องจักรกล การใช้งานโปรแกรม CAD ในการออกแบบและเขียนแบบ กลไกเครื่องจักร/เทคโนโลยี Automation, Internet of Things, AI ความรู้ในการบริหารจัดการทั่วไป/การบริการงานภาพรวม โดยต้องเน้นความรู้พื้นฐานมากขึ้นจะสามารถประยุกต์การทำงานที่มีพลวัตได้ทัน และมีความรู้เฉพาะทางเครื่องกล

ด้านทักษะ ต้องการบัณฑิตที่มีทักษะทางด้านวิชาชีพในสาขาที่เรียน มีความรู้เฉพาะทางเครื่องกล เช่นการออกแบบ การวิเคราะห์และแก้ปัญหา การคำนวณ การประยุกต์และการปรับปรุงงาน การปรับใช้วิชาความรู้ให้สัมพันธ์กันกับความรู้ที่ใช้ในอุตสาหกรรม การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาสถานการณ์เฉพาะหน้า ทักษะการใช้ Software ทางวิศวกรรมในการทำงาน การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าให้ได้ มีไหวพริบ มี EQ การรู้จักคนและการใช้คนให้ถูกกับงาน ความสามารถในการค้นคว้าและคิดสร้างงานวิจัย ทักษะในการสื่อสารและนำเสนอผลงาน และมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ด้านทัศนคติ ต้องการบัณฑิตที่มีทัศนคติทางด้าน มีวิสัยทัศน์และการทำงานร่วมกับผู้อื่น การอ่อนน้อมถ่อมตน มีความตั้งใจ สนใจที่จะรับรู้เรียนรู้สิ่งใหม่ๆ คิดนอกกรอบ การคิดสร้างสรรค์ การคิดสิ่งใหม่ๆ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เรื่องการพัฒนาเพิ่ม ประสิทธิภาพงาน กล่าวที่จะแสดงความคิดเห็น มีจิตใจบริการ และมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

5) จากผลการสำรวจความเห็นของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษา

ดำเนินการโดยใช้วิธีการแบบสอบถามโดยไม่ระบุตัวตนจากนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในหลักสูตร นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะต่อหลักสูตรโดยเน้นให้มีทักษะด้านการปฏิบัติ และเพิ่มวิชาภาคปฏิบัติให้มากขึ้น เช่น ปฏิบัติการด้านการเขียนแบบขั้นสูง และเพิ่มเรื่องการศึกษาดูงานตามสถานที่ต่างๆ เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากของจริง

6) จากการรวบรวมความเห็นจากอาจารย์ผู้สอน

ใช้วิธีการติดตามความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนจากการรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ.5 และ มคอ.6) ที่เปิดสอนในหลักสูตรฯ ในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาต่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร โดยมีรายละเอียดความเห็นจากอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาต่างๆ สรุปเป็นข้อมูลการติดตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้สอนต่อหลักสูตรฯ เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นคือ เน้นความรู้พื้นฐานการคำนวณทางคณิตศาสตร์ อาจเพิ่มให้เห็นภาพของการนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นปีที่สูงขึ้น และส่งเสริมให้นักศึกษารู้จักการค้นคว้า สืบค้น ความรู้ต่างๆ ที่น่าสนใจได้ด้วยตัวเอง ในขณะที่ควรส่งเสริมให้นักศึกษาเป็นผู้ที่มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ส่วนการปฏิบัติหรือการทดลองต่างๆ ควรมีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ อย่างเพียงพอและเหมาะสม

1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อประมวลผลจากข้อมูลดังกล่าวแล้ว ทำให้ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลได้หลักคิดในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ดังนี้คือ เป็นหลักสูตรที่ผลิตบัณฑิตมุ่งสู่ภาคอุตสาหกรรมโดยให้ความโดดเด่นทางด้านคุณธรรม จริยธรรม มีจรรยาบรรณในการประกอบอาชีพวิศวกรรมควบคุม และยกระดับศักยภาพของบัณฑิตให้มีความรู้ในวิชาชีพทั้งแนวกว้างและเชิงลึก สามารถวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรมทั้งวิธีคิดด้วยมือรวมไปถึงการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วสรุปผลเชิงตรรกะด้วยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จากนั้นสามารถสื่อสารและนำเสนอผลงานได้อย่างมีคุณภาพ ยกย่องการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารกับคนในองค์กร เน้นการเสริมสร้างเจตคติและกิจนิสัยที่ดี ตลอดจนการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต

1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

- 1) เพื่อผลิตวิศวกรเครื่องกลระดับปริญญาตรีที่มีความรู้ในองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม และองค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม โดยสามารถประยุกต์ วิเคราะห์ และพัฒนาหาคำตอบของปัญหาในอุตสาหกรรมได้
- 2) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีทักษะทางด้าน การสืบค้น การใช้เครื่องมือทันสมัย การทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม และมีความสามารถในการสื่อสาร
- 3) เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีคุณธรรม จริยธรรม มีความรับผิดชอบต่อสังคม คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน มีจรรยาบรรณวิชาชีพ และมีการเรียนรู้ตลอดชีพ
- 4) เพื่อให้บัณฑิตของหลักสูตรฯ สามารถประกอบวิชาชีพ ตามกรอบความสามารถในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกลได้อย่างเหมาะสม

1.4 ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (Program Learning Outcomes: PLO)

| | |
|--------|--|
| PLO1: | มีความรู้และความเข้าใจกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม |
| PLO2: | ระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปของปัญหาที่มีนัยสำคัญ โดยใช้กลุ่มองค์ความรู้วิศวกรรมเครื่องกล |
| PLO3: | พัฒนาหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือกระบวนการ ตามความจำเป็นและเหมาะสมเชิงวิศวกรรมเครื่องกลร่วมกับข้อพิจารณาทางด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม |
| PLO4: | มีความรู้และความเข้าใจในหลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นหลักในการบริหารงานของตน ทั้งในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีมเพื่อบริหารจัดการ โครงการวิศวกรรมที่สภาพแวดล้อมการทำงานมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ |
| PLO5: | ดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของ ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม โดยใช้ความรู้เชิงวิศวกรรมเครื่องกล จากงานวิจัยและวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลสรุปที่เชื่อถือได้ |
| PLO6: | สร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และ ใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมเครื่องกล และเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม ด้วยความเข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ |
| PLO7: | ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการงานเดี่ยว และการทำงานเป็นทีมซึ่งมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ |
| PLO8: | สื่อสารงานวิศวกรรมเครื่องกลในอุตสาหกรรม กับกลุ่มผู้ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมและสังคมโดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ สามารถอ่านและเขียนรายงาน เตรียมเอกสารการออกแบบ นำเสนอ ให้และรับคำแนะนำงานวิศวกรรมเครื่องกลได้อย่างชัดเจน |
| PLO9: | ใช้เหตุและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล มาประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม |
| PLO10: | เข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหางานทางวิศวกรรมเครื่องกลในบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม บนฐานของความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน |
| PLO11: | ใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมีสำนึกรับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม |
| PLO12: | ตระหนักถึงความจำเป็นในการเตรียมตัว เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยลำพังและสามารถการเรียนรู้ตลอดชีพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม |

1.5 ผลลัพธ์การเรียนรู้ตามลำดับขั้นของการพัฒนาผู้เรียน (Stage LO) SLO

| | | |
|--|--|-------------------------------------|
| เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรตามที่กำหนดในหัวข้อ 1.4 หลักสูตรได้จัดลำดับของการพัฒนาผู้เรียนไว้ดังต่อไปนี้ | | |
| ลำดับที่ 1 | ปรับกรอบการคิด ทักษะคิด การสร้างฐานความรู้ การแสดงออก และทักษะทั่วไป โดยครอบคลุมทั้งด้านภาษา สังคม คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ | ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1 |
| ลำดับที่ 2 | พัฒนากรอบการคิด ทักษะคิด การสร้างฐานความรู้ การแสดงออก และทักษะทั่วไป ทั้งด้านภาษา สังคม คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และเพิ่มทักษะการอ่านและเขียนแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้น | ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2 |
| ลำดับที่ 3 | วางฐานความรู้ และฝึกทักษะที่ใช้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้จัดการกับปัญหาด้านกลศาสตร์ประยุกต์และความร้อนของไหล | ปีการศึกษาที่ 2 |
| ลำดับที่ 4 | ประยุกต์ความรู้ และทักษะที่ใช้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำสู่การออกแบบและการวิเคราะห์ปัญหาด้านกลศาสตร์ประยุกต์และความร้อนของไหลต่อไป | ปีการศึกษาที่ 3 |
| ลำดับที่ 5 | สร้างความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านทางวิศวกรรมเครื่องกลทั้งด้านกลศาสตร์ประยุกต์และความร้อนของไหลให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของยุค Disruption | ปีการศึกษาที่ 4 |

2. แผนพัฒนาปรับปรุง

| แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง | กลยุทธ์ | หลักฐาน/ตัวบ่งชี้ |
|---|--|---|
| - ปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล ให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สป.อว.) กำหนด | - ตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตจากหน่วยงานต่างๆ - ปรับโครงสร้างหลักสูตร ตามเกณฑ์ของ สป.อว. | - ระเบียบการจัดทำหลักสูตร - รายงานผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้บัณฑิตของผู้ประกอบการ - ผลการตรวจรับทราบหลักสูตรจาก สป.อว. |
| - ปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล ให้มีมาตรฐานตามระเบียบคณะกรรมการสภาวิศวกร ว่าด้วยองค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม และองค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือ วุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม พ.ศ. 2562 | - ตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตจากหน่วยงานต่างๆ - พัฒนาหลักสูตรตามมาตรฐานสากล เพื่อความทันสมัยสอดคล้องกับโลกเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป - เตรียมเนื้อหาของหลักสูตรให้สอดคล้องกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่สภาวิศวกรกำหนด - เชิญผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาชีพทั้งภาครัฐและเอกชนมามีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร | - ระเบียบการจัดทำหลักสูตร - การประชุมพัฒนาหลักสูตร - ผลการตรวจรับรองหลักสูตรจากสภาวิศวกร |
| - ปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับการพัฒนาทางเทคโนโลยี สภาพเศรษฐกิจ และสังคม ตรงตามความต้องการบัณฑิตของผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง | - ตรวจสอบความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตจากหน่วยงานต่างๆ - พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการทางเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมเครื่องกลในปัจจุบัน - ผลิตบัณฑิตให้คิดเป็น และสามารถปฏิบัติงานได้จริง | - รายงานการสำรวจความเห็นของผู้ใช้บัณฑิต จากหน่วยงานต่างๆ - รายงานผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้บัณฑิตของผู้ประกอบการ - ผู้ใช้บัณฑิตมีความพึงพอใจในด้านทักษะ ความรู้ ความสามารถในการทำงานของบัณฑิต โดยเฉลี่ยในระดับดี |

| แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง | กลยุทธ์ | หลักฐาน/ตัวบ่งชี้ |
|--|---|---|
| <p>- ปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร กลุ่มวิชา รายวิชา เนื้อหาวิชา และผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา เพื่อให้สามารถผลิตบัณฑิตที่มีลักษณะตามผลลัพธ์การเรียนรู้และวัตถุประสงค์ที่หลักสูตรกำหนด</p> | <p>- พิจารณารายวิชาต่างๆ ที่มีเนื้อหาซ้ำซ้อนกัน ให้มีการบูรณาการด้านการจัดเรียน การสอน ให้สามารถเรียนและยกตัวอย่างให้เห็นภาพการนำไปใช้งาน</p> <p>- ปรับปรุงรายละเอียดวิชาที่ยังคงเปิดสอน อยู่ให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของ ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตรที่กำหนด</p> <p>- เปิดสอนรายวิชาใหม่ที่เพิ่มศักยภาพของ บัณฑิตให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง</p> | <p>- ตารางเปรียบเทียบรายวิชาและการจัด กลุ่มวิชา ในหลักสูตรเดิม 2560 และ หลักสูตรปรับปรุง 2565</p> |

หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

1. ระบบการจัดการศึกษา

1.1 ระบบ

การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ ได้แก่ ภาคการศึกษาที่ 1 และภาคการศึกษาที่ 2 มีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าภาคการศึกษาละ 15 สัปดาห์ และอาจมีภาคการศึกษาฤดูร้อนต่อจากภาคการศึกษาที่ 2 ได้ โดยมีสัดส่วนระยะเวลาและจำนวนหน่วยกิตเทียบเคียงกันได้กับการศึกษาในภาคการศึกษาปกติ

1.2 การจัดการศึกษาภาคการศึกษาฤดูร้อน

มีการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาฤดูร้อน จำนวน 1 ภาคการศึกษา ภาคการศึกษาละ 8 สัปดาห์

1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

2. การดำเนินการหลักสูตร

2.1 วัน - เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

ภาคการศึกษาที่ 1 เดือนมิถุนายน - ตุลาคม

ภาคการศึกษาที่ 2 เดือนพฤศจิกายน - มีนาคม

ภาคการศึกษาฤดูร้อน เดือนเมษายน - พฤษภาคม

2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

- (1) เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือเทียบเท่า โดยได้รับการยกเว้นไม่ต้องศึกษาบางรายวิชา หรือได้รับการเทียบโอนหน่วยกิตของรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
- (2) เป็นผู้ไม่มีโรคติดต่ออย่างร้ายแรง ไม่เป็นโรคเรื้อรัง วัณโรค โรคติดยาเสพติด โรคพิษสุราเรื้อรัง และแพทย์มีความเห็นว่าไม่สุขภาพเหมาะสมที่จะเข้าเรียนได้
- (3) เป็นผู้มีความประพฤติเรียบร้อยไม่บกพร่องต่อศีลธรรมอันดี มีเหตุมีผลและพร้อมที่จะปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบวินัยของมหาวิทยาลัย และสังคมทั่วไป
- (4) มีผู้ให้การรับรองความประพฤติ และผู้รับรองจะต้องเป็นผู้ที่ทางมหาวิทยาลัยสามารถติดต่อได้ตลอดเวลา

2.3 ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

- (1) นักศึกษาขาดความรู้พื้นฐานทางภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่ดี
- (2) นักศึกษาขาดทักษะพื้นฐานทางวิศวกรรมที่ดี

2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

- (1) จัดให้มีกิจกรรมเสริมทักษะความรู้ รวมทั้งจัดให้มีการเรียนเพิ่มเติม เพื่อปรับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสม พร้อมกับกระตุ้นให้เห็นความจำเป็นของการใช้ภาษาอังกฤษในการเรียนต่อยอดทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (2) จัดให้มีกิจกรรมเสริมทักษะทางวิศวกรรม และการใช้งานเครื่องมือช่างเบื้องต้น

2.5 แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

| จำนวนนักศึกษา | จำนวนนักศึกษาในแต่ละปีการศึกษา | | | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|
| | 2565 | 2566 | 2567 | 2568 | 2569 |
| ชั้นปีที่ 1 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| ชั้นปีที่ 2 | | 120 | 120 | 120 | 120 |
| ชั้นปีที่ 3 | | | 120 | 120 | 120 |
| ชั้นปีที่ 4 | | | | 120 | 120 |
| รวม | 120 | 240 | 360 | 480 | 480 |
| คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา | - | - | - | 120 | 120 |

2.6 งบประมาณตามแผน

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการผลิตบัณฑิตตามหลักสูตรต่อหัวนักศึกษา 76,500.00 บาทต่อปี

2.7 ระบบการศึกษา

ระบบการศึกษาเป็นแบบชั้นเรียน และ/หรือ การเรียนรู้โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา

หลักเกณฑ์การเทียบโอน ให้เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียน ระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2551 (ภาคผนวก ค)

3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

3.1 หลักสูตร

3.1.1. จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตร

137 หน่วยกิต

3.1.2. โครงสร้างหลักสูตร

ก . หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

30 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

6 หน่วยกิต

(2) กลุ่มวิชาภาษา

12 หน่วยกิต

(3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

12 หน่วยกิต

ข . หมวดวิชาเฉพาะ

101 หน่วยกิต

(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

16 หน่วยกิต

(2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์

27 หน่วยกิต

(3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ - แบบปกติ

52 หน่วยกิต

- แบบสหกิจศึกษา

58 หน่วยกิต

(4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก - แบบปกติ

6 หน่วยกิต

- แบบสหกิจศึกษา

- หน่วยกิต

ค. หมวดวิชาเลือกเสรี

6 หน่วยกิต

| | | |
|--|--|--------------------------------------|
| 3.1.3. รายวิชา | | |
| ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป | | 30 หน่วยกิต |
| (1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ | | 6 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| SOHU0019 | นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ (Innovation and Creativity) | 3(3-0-6) |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน (Social Skills Development for Career) | 3(3-0-6) |
| (2) กลุ่มวิชาภาษา | | 12 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| ENGL0001 | ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล (English in the Digital World) | 3(3-0-6) |
| ENGL0002 | ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา (English for STEM Education) | 3(3-0-6) |
| ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี (English for Engineering and Technology) | 3(3-0-6) |
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน (Business English for the Workplace) | 3(3-0-6) |
| (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | 12 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| ENCC0005 | นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม (Engineering Innovation) | 3(3-0-6) |
| STAT0115 | สถิติทั่วไป (General Statistics) | 3(3-0-6) |
| MICC0202 | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน (Python Computer Programming) | 3(2-2-5) |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน (Basic Tool Skills Practice) | 3(0-6-3) |

| ข. หมวดวิชาเฉพาะ | | 101 หน่วยกิต |
|--|--|--------------------------------------|
| (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | 16 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| CHEM0120 | เคมี (Chemistry) | 3 (3-0-6) |
| CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี (Chemistry Laboratory) | 1 (0-2-1) |
| ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ (Physical Mathematics) | 3 (6-0-6) |
| ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า (Calculus for Mechanics and Electromagnetism) | 3 (6-0-6) |
| MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม (Essential Engineering Mathematics) | 3 (6-0-6) |
| PHYS0101 | ฟิสิกส์ (Physics) | 3 (2-2-5) |
| (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ | | 27 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) | 3 (3-0-6) |
| MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม (Fundamental Engineering Drafting) | 3 (2-2-5) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics) | 3 (3-0-6) |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Dynamics) | 3 (3-0-6) |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment) | 3 (3-0-6) |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics) | 3 (3-0-6) |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) | 3 (3-0-6) |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials) | 3 (3-0-6) |
| MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล (Numerical Methods for Mechanical Engineering) | 3 (2-2-5) |

| | | | |
|----------------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|
| (3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ | | - <u>แบบปกติ</u> | 52 หน่วยกิต |
| | | - <u>แบบสหกิจศึกษา</u> | 58 หน่วยกิต |
| 3.1) แขนงวิชาพลวัตและระบบ | | | 9 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล (Mechanics of Machinery) | | 3(3-0-6) |
| MECH0360 | การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration) | | 3(3-0-6) |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม (Mechatronics and Control systems) | | 3(3-0-6) |
| 3.2) แขนงวิชาของแข็งและการออกแบบ | | | 9 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) | | 3(3-0-6) |
| MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design) | | 3(2-2-5) |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | | 3(2-2-5) |
| 3.3) แขนงวิชาของไหล | | | 6 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery) | | 3(3-0-6) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ (Design of Piping Systems) | | 3(3-0-6) |
| 3.4) แขนงวิชาความร้อน | | | 12 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) | | 3(3-0-6) |
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) | | 3(3-0-6) |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ (Refrigeration and Air-Conditioning) | | 3(3-0-6) |

| | | |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน (Thermal System Design) | 3(3-0-6) |
| 3.5) แขนงวิชา | รวมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล - <u>แบบปกติ</u> | 16 หน่วยกิต |
| | - <u>แบบสหกิจศึกษา</u> | 22 หน่วยกิต |
| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Fundamental Electrical Engineering) | 3(2-2-5) |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) | 3(3-0-6) |
| MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร (Entrepreneurship for Engineers) | 3(3-0-6) |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Laboratory) | 3(0-6-3) |
| MUTA0001 | การออกแบบโครงงานเบื้องต้น (Preliminary Project Design) | 0(9 ชั่วโมง) |
| MUTA0002 | การออกแบบโครงงานเชิงวิเคราะห์ (Critical Project Design) | 0(9 ชั่วโมง) |

สำหรับแผนการศึกษาแบบปกติ ให้เรียน 4 หน่วยกิต ตาม 3 รายวิชาต่อไปนี้

| | | |
|----------|---|----------------|
| MECH0490 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 1 (Mechanical Engineering Project I) | 2(0-6-3) |
| MECH0491 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 2 (Mechanical Engineering Project II) | 2(0-6-3) |
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม (Industrial Internship) | 0(240 ชั่วโมง) |

สำหรับแผนการศึกษาแบบสหกิจศึกษา ให้เรียน 10 หน่วยกิต ตาม 2 รายวิชาต่อไปนี้

| | | |
|----------|---|----------------|
| COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล (Co-Operative Educations in Mechanical Engineering) | 8(360 ชั่วโมง) |
| MECH0492 | โครงงานสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล (Co-operative Mechanical Engineering Project) | 2(0-6-3) |

(4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก

6 หน่วยกิต

เฉพาะแผนการศึกษาแบบปกติ ให้เลือกเรียน 3 หน่วยกิตในแขนงวิชาพลวัตและระบบ หรือแขนงวิชาของแข็งและการออกแบบจากรายวิชาต่อไปนี้

4.1) แขนงวิชาพลวัตและระบบ

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
|--------------------|--|--------------------------------------|
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด (Measurement and Instrumentations) | 3 (3-0-6) |
| MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม (Engineering Optimization) | 3 (3-0-6) |

4.2) แขนงวิชาของแข็งและการออกแบบ

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ (Applied Mechanics of Materials) | 3 (3-0-6) |
| MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น (Introduction to Finite Element Analysis) | 3 (3-0-6) |
| MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด (Design of Parts and Injection Molds) | 3 (3-0-6) |

เฉพาะแผนการศึกษาแบบปกติ ให้เลือกเรียน 3 หน่วยกิตในแขนงวิชาของไหล หรือแขนงวิชาความร้อน จากรายวิชาต่อไปนี้

4.3) แขนงวิชาของไหล

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics) | 3 (3-0-6) |
| MECH0455 | กังหันแก๊ส (Gas Turbine) | 3 (3-0-6) |

4.4) แขนงวิชาความร้อน

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| | | (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
| MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) | 3 (3-0-6) |
| MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล (Solid Fuels and Biomass Combustion) | 3 (3-0-6) |
| MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Design of Heat Exchangers) | 3 (3-0-6) |

อนึ่ง เฉพาะแผนการศึกษาแบบปกติ สามารถเลือกจากรายวิชาอื่นๆ ที่รวมอยู่ในกลุ่มวิชาเฉพาะเลือกแต่ไม่สามารถจัดให้สังกัดแขนงวิชาข้างต้นทั้งสิ้นซึ่งแขนงใดแขนงหนึ่งได้ โดยให้เรียน 3 หน่วยกิตได้จากรายวิชาในแขนงวิชาสำหรับวิศวกรรมเครื่องกลต่อไปนี้แทน 3 หน่วยกิตจาก 1 รายวิชาในแขนงวิชาพลวัตและระบบ แขนงวิชาของแข็งและการออกแบบ แขนงวิชาของไหล หรือแขนงวิชาความร้อน ก็ต่อเมื่อได้รับการอนุมัติจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลแล้วเท่านั้น

4.5) แขนงวิชาพร้อมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>จำนวนหน่วยกิต</u> (บรรยาย - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตัวเอง) |
|--------------------|--|--|
| MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์ (Automotive Engineering) | 3(3-0-6) |
| MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง (Quality Control and Risk Management) | 3(3-0-6) |
| MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก (Design of Hydraulic and Pneumatic Systems) | 3(3-0-6) |
| MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล (Special Topics in Mechanical Engineering) | 3(3-0-6) |

ค. หมวดวิชาเลือกเสรี

6 หน่วยกิต

วิชาที่นักศึกษาจะเลือกเรียนจากวิชาใดที่ทางมหาวิทยาลัยฯ เปิดสอนอยู่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และต้องไม่ใช่รายวิชาในกลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ หรือรายวิชาที่ได้กำหนดว่าจะต้องลงทะเบียนเรียนในหลักสูตร หรือรายวิชาที่เทียบโอนได้มาก่อนแล้ว

3.1.4 แสดงแผนการศึกษา

นักศึกษาที่ศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สามารถเลือกศึกษาได้จากแผนการศึกษาซึ่งมีรายละเอียดของแผนการศึกษาดังต่อไปนี้

ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>หน่วยกิต</u> (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|--------------------|------------------------------|---|
| ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์ | 3(6-0-6) |
| ENGL0001 | ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล | 3(3-0-6) |
| PHYS0101 | ฟิสิกส์ | 3(2-2-5) |
| SOHU0019 | นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ | 3(3-0-6) |
| STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 3(3-0-6) |
| MUTA0001 | การออกแบบโครงการเบื้องต้น | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 15(17-2-29) |

ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>หน่วยกิต</u> (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|--------------------|--|---|
| CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) |
| CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) |
| ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 3(6-0-6) |
| ENGL0002 | ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา | 3(3-0-6) |
| MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | 3(2-2-5) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | 3(0-6-3) |
| MUTA0002 | การออกแบบโครงงานเชิงวิเคราะห์ | 0(9 ชั่วโมง) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 19(17-10-33) |

ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>หน่วยกิต</u> (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|--------------------|--|---|
| EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) |
| ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) |
| MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 3(6-0-6) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 18(20-2-35) |

ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>หน่วยกิต</u> (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|--------------------|--|---|
| ENCC0005 | นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 3(3-0-6) |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | 3(3-0-6) |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MICC0202 | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | 3(2-2-5) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 18(17-2-35) |

ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

| <u>รหัสรายวิชา</u> | <u>ชื่อรายวิชา</u> | <u>หน่วยกิต</u> (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|--------------------|--|---|
| MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) |
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | 3(3-0-6) |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | 3(3-0-6) |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) |
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี | 3(3-0-6) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 18(17-2-35) |

ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|------------------------------|--|
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3 (3-0-6) |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | 3 (0-6-3) |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 3 (3-0-6) |
| MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3 (2-2-5) |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3 (3-0-6) |
| XXXXxxxx | วิชาเลือกเสรี | 3 (3-0-6) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 18 (14-8-32) |

ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาฤดูร้อน

สำหรับแผนการศึกษาแบบปกติ ให้เรียนตามรายวิชาต่อไปนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|---------------------|--|
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | 0 (240 ชั่วโมง) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 0 (240 ชั่วโมง) |

สำหรับแผนการศึกษาแบบสหกิจศึกษา ให้เรียนตามรายวิชาต่อไปนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|------------------------------------|--|
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3 (3-0-6) |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3 (3-0-6) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 6 (6-0-12) |

ชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

สำหรับแผนการศึกษาแบบปกติ ให้เรียนตามรายวิชาต่อไปนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|-------------------------------------|--|
| ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3 (3-0-6) |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3 (3-0-6) |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3 (2-2-5) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3 (3-0-6) |
| MECH0490 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2 (0-2-4) |
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือกทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3 (3-0-6) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 17 (14-4-33) |

สำหรับแผนการศึกษาแบบสหกิจศึกษา ให้เรียนตามรายวิชาต่อไปนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|-------------------------------------|--|
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3 (3-0-6) |
| MECH0402 | ผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3 (3-0-6) |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3 (2-2-5) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3 (3-0-6) |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3 (3-0-6) |
| MECH0492 | โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | 2 (0-6-3) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 17 (14-8-32) |

ชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

สำหรับแผนการศึกษาแบบปกติ ให้เรียนตามรายวิชาต่อไปนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|------------------------------------|--|
| MECH0402 | ผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3(3-0-6) |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3(3-0-6) |
| MECH0491 | โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-2-4) |
| MECHxxxx | วิชาเฉพาะเลือกทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3(3-0-6) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 14(12-2-28) |

สำหรับแผนการศึกษาแบบสหกิจศึกษา ให้เรียนตามรายวิชาต่อไปนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา | หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง) |
|------------------|--------------------------------|--|
| COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | 8(360 ชั่วโมง) |
| รวมจำนวนหน่วยกิต | | 8(360 ชั่วโมง) |

3.1.5 คำอธิบายรายวิชา

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

(1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

SOHU0019 นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ 3(3-0-6)
(Innovation and Creativity)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ การเปลี่ยนวิกฤตเป็นโอกาสด้วยความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์เชิงศิลปะกับงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประยุกต์ความรู้และเทคนิคในการออกแบบเชิงวิศวกรรมเบื้องต้น การพัฒนาความสามารถในการนำเสนอ และเลือกสื่อที่เหมาะสม

Creative thinking theory; using creativity to turn a crisis into an opportunity; artistic creative thinking for science and technology works; application of technical knowledge for basic engineering design; presentation skills development including the ability to choose appropriate media.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการออกแบบเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นอย่างเป็นระบบ
- (2) มีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพกับสมาชิกในกลุ่ม
- (3) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน และดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน
- (4) มีความสามารถในการอธิบายเหตุผลถึงความจำเป็นในการแสวงหาความรู้ใหม่และใช้ความรู้นั้นในการสร้างสรรค์ผลงาน
- (5) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน สามารถเลือกวิธีการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

SOHU0027 การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน

3(3-0-6)

(Social Skills Development for Careers)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

บุคลากรที่องค์กรยุคใหม่ต้องการ ความสำคัญของบุคลิกภาพและการพัฒนาบุคลิกภาพ มารยาทในการเข้าสังคมและวัฒนธรรมไทย มนุษยสัมพันธ์และการสื่อสารในการทำงาน คุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ การต่อต้านการทุจริต ความเป็นผู้นำ การพัฒนาความสามารถในการคิด แขนงธุรกิจ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบริหารคุณภาพ ISO9000 กฎหมายแรงงานที่ควรทราบ เทคนิคการสมัครงาน การเขียนจดหมายสมัครงาน ใบประวัติย่อ และการกรอกใบสมัคร เทคนิคการสัมภาษณ์งาน ประสบการณ์การทำงานของรุ่นพี่

Most wanted personnel in modern organizations; Importance of personality and personality development; Etiquette and Thai culture; Human relation and organizational communication; Morality, ethics and professional ethics; distinguish between personal interests and public interests; intolerant to corruption; know the duties of good citizens and be responsible for their society in resisting corruption; subdue corruption with sufficient minds; Leadership; Thinking ability development; Business plan; Quality management system ISO9000; Labour law; Job application: writing cover letter, résumé and filling job application form; Job interview; Working experiences of the graduate.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาสามารถอธิบายความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน
- (2) นักศึกษาสามารถอธิบายความรู้และเห็นความสำคัญของคุณธรรม จริยธรรม ตลอดจนอยู่ในกรอบที่ดีของวัฒนธรรมไทย และวัฒนธรรมสากล
- (3) นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้าสู่อาชีพและการทำงาน

(2) กลุ่มวิชาภาษา**ENGL0001 ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล**

3(3-0-6)

(English in the Digital World)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

พัฒนาทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษโดยการใช้เนื้อหาบนสังคมออนไลน์และแพลตฟอร์มอื่น ๆ บนอินเทอร์เน็ต รวมทั้งการฝึกการเขียนและอ่านข้อความภาษาอังกฤษสั้น ๆ โดยการสื่อสารแบบออนไลน์

Develop English listening and speaking skills using contents on social media and other Internet platforms; Practice short English message writing and reading via online communication.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาสามารถฟังและพูดภาษาอังกฤษในบริบททั่วไปได้
- (2) นักศึกษาสามารถอ่านภาษาอังกฤษในบริบททั่วไปที่อยู่บนอินเทอร์เน็ตได้
- (3) นักศึกษาสามารถเขียนข้อความสั้น ๆ เพื่อสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตได้
- (4) นักศึกษาสามารถเรียนรู้ภาษาอังกฤษด้วยตนเองผ่านอินเทอร์เน็ตได้

ENGL0002 ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา 3(3-0-6)
(English for STEM Education)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

บูรณาการการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษและการศึกษาเนื้อหาพื้นฐานด้าน STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)

Integrate English skill development and basic STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics)

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาเข้าใจศัพท์เกี่ยวกับเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
- (2) นักศึกษาสามารถฟังและพูดภาษาอังกฤษเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ได้
- (3) นักศึกษาสามารถอ่านบทความภาษาอังกฤษเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ได้
- (4) นักศึกษาสามารถเขียนรายงานภาษาอังกฤษด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ได้

ENGL0003 ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี 3(3-0-6)
(English for Engineering and Technology)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

พัฒนาทักษะภาษาอังกฤษโดยใช้เนื้อหาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์เป็นฐาน เช่น การฝึกอ่านทำความเข้าใจและนำเสนอเกี่ยวกับเตต้าซีทหรือคู่มือทางเทคนิค/ผู้ใช้งาน รวมทั้งพัฒนาทักษะการอ่านและการฟังจากการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆจากอินเทอร์เน็ต

Develop English skills based on contents from basic engineering discipline such as data sheet or technical/user manual reading comprehension and presentation; Develop English reading and listening skills from learning of new technology and innovation from the Internet.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาเข้าใจศัพท์เฉพาะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
- (2) นักศึกษาสามารถอ่านบทความภาษาอังกฤษด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีได้
- (3) นักศึกษาสามารถเขียนเอกสารภาษาอังกฤษที่เกี่ยวกับงานด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีได้
- (4) นักศึกษาสามารถสื่อสารภาษาอังกฤษในบริบทที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรมและด้านเทคโนโลยีได้

ENGL0004 ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน 3(3-0-6)
(Business English for the Workplace)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

พัฒนาทักษะภาษาอังกฤษสำหรับการค้นหางาน การเขียนประวัติและผลงานเพื่อสมัครงาน การสัมภาษณ์งาน การเขียนรายงาน การสื่อสารทาง e-mail และอื่นๆ รวมทั้งฝึกทักษะภาษาอังกฤษสำหรับการสื่อสารทางธุรกิจต่างๆ ไปในที่ทำงาน

Developing English skills for job search, resume writing, job interview, e-mail Communications and etc.;
Practicing English skills for general business communication in the workplace.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาสามารถจัดเตรียมเอกสารสมัครงานเป็นภาษาอังกฤษได้
- (2) นักศึกษาสามารถสัมภาษณ์งานและสื่อสารภาษาอังกฤษในการทำงานได้
- (3) นักศึกษาสามารถเขียนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นภาษาอังกฤษได้

(3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ENCC0005 นวัตกรรมเชิงวิศวกรรมศาสตร์

3(3-0-6)

(Engineering Innovation)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ประยุกต์ทฤษฎีเชิงวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างนวัตกรรม การวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากสภาพการทำงานจริงด้วยนวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบนวัตกรรมบนพื้นฐานของความเป็นไปได้ และสามารถใช้งานได้จริง และไม่ขัดต่อจรรยาบรรณ วิชาชีพวิศวกร ทักษะการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี รวมทั้งการจัดการข้อโต้แย้งในการทำงานเป็นทีม และการพัฒนานวัตกรรมในการ วิจัยและพัฒนา การบริหารเวลา บริหารคนและบริหารต้นทุนในการสร้างนวัตกรรม การเลือกใช้สื่อในการนำเสนอผลงานได้อย่าง เหมาะสม

Applications of engineering principle for creating innovation; analysis and solution of real-world problems with innovation; creativity in the design of innovations based on feasibility, practicality, and in accordance with professional ethics; followership and leadership skills including management of team work conflict; Innovation through research and development; time, people, and cost managements in creating innovation; the ability to choose appropriate media for presentation.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการออกแบบงานเชิงวิศวกรรมและนวัตกรรม
- (2) มีความสามารถในการอธิบายเหตุผลถึงความจำเป็นในการแสวงหาความรู้ใหม่และใช้ความรู้นั้นในการสร้างสรรค์ผลงาน นวัตกรรม
- (3) มีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพกับสมาชิกในกลุ่ม
- (4) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน และดำเนินการให้บรรลุ เป้าหมายร่วมกัน
- (5) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมโดยคำนึงถึงผลกระทบในบริบทของโลก เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม
- (6) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน สามารถเลือกวิธีการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

STAT0115 สถิติสำหรับการแก้ปัญหา**3(3-0-6)****(Statistics for Problem Solving)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ทฤษฎีบทความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การอนุมานเชิงสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ การประยุกต์วิธีการเชิงสถิติสำหรับการใช้งานด้านการวิจัยเชิงวิศวกรรม ด้านสังคมและเศรษฐกิจ

Probability theory; random variables; statistical inference; analysis of variance; regression and correlation; applications of statistical methods in engineering, social and economic researches.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายความสำคัญและบทบาทของสถิติ ระเบียบวิธีทางสถิติ และเข้าใจความหมายของคำศัพท์ทางสถิติ
- (2) ใช้ระเบียบวิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ และ จัดการข้อมูลได้
- (3) สามารถประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติในการจัดทำข้อสรุปเกี่ยวกับประชากรได้
- (4) สามารถประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติสำหรับงานด้านการวิจัยเชิงวิศวกรรม ด้านสังคม และเศรษฐกิจ

MICC0202 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน**3(2-2-5)****(Python Computer Programming)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

กระบวนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อัลกอริธึมและการแก้ปัญหา การออกแบบแบบบนลงล่างและ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาซับซ้อน ชนิดข้อมูล ตัวแปร กลุ่มตัวแปร การจัดการตัวแปรกลุ่มตัวอักษร ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก การอ่านและเขียนข้อมูล คำสั่งควบคุมทิศทาง ทางเลือกและการทำซ้ำ ฟังก์ชัน โมดูล เมธอด การจัดการเพิ่มข้อมูล การเขียนโปรแกรมกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และการติดต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วง

Computer Programming Process; Algorithm and Problem-solving; Top-down design and programming to solve complex problem; Data type; variable; variable group; String; Expression Operation; comparison; Inputs and outputs; Control statement; Selection and loop statement; Function; Module; Method; File handing; Computer programming for control devices

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) คิดวิเคราะห์ปัญหาและจำแนกการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน
- (2) พัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหามีระบบ
- (3) สร้างโปรแกรมน้อย ฟังก์ชัน โมดูล สำหรับการแก้ไขปัญหเฉพาะทางได้อย่างมีระบบ
- (4) ค้นหาและเรียกใช้ ฟังก์ชัน โมดูล จากภายนอกมาเพื่อแก้ปัญหาได้
- (5) พัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วงได้

MECH0190 การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน
(Basic Tool Skills Practice)

3(0-6-3)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐานงานเครื่องกล งานโยธา และงานไฟฟ้า การแนะนำการฝึกอบรมความปลอดภัยและพื้นฐานทางวิศวกรรม เช่น ระเบียบวินัย ความอดทน ความรับผิดชอบ และการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นต้น

Basic tool skills for mechanical work, civil work and electrical work; introduction to safety and basic engineering practice e.g. discipline, patience, responsibility and teamwork, etc.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจหลักการปฏิบัติงานพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม
- (2) สามารถใช้เครื่องมือพื้นฐานในงานเครื่องกล งานโยธา และงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย
- (3) ปฏิบัติการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ความมีวินัย และการรับผิดชอบต่อการทำงาน

ข. หมวดวิชาเฉพาะ

(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

CHEM0120 เคมี

3 (3-0-6)

(Chemistry)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีพื้นฐาน ซึ่งครอบคลุมเกี่ยวกับสมบัติของอิเล็กตรอนของอะตอม และโมเลกุล การคำนวณมวลสารสัมพันธ์ สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จลน์ศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรด-เบส อุณหเคมี ไฟฟ้าเคมี นิวเคลียร์เคมีและเคมีอินทรีย์

Introduction to the fundamentals of basic chemistry covers the electronic structure of atoms and molecules; stoichiometry; the properties of solids, liquids and gases; chemical kinetics; chemical equilibrium; acid-base; thermochemistry; electrochemistry; nuclear chemistry and organic chemistry

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกจำนวนอนุภาคมูลฐานในอะตอมและไอออน
- (2) เขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนได้
- (3) รู้จักชนิดและลักษณะของพันธะต่างๆ ในโมเลกุลและทำนายรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์
- (4) คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างมวล จำนวนโมเลกุลและโมลของสารในสมการเคมี
- (5) ทราบสมบัติของของแข็ง ของเหลว แก๊ส และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
- (6) เข้าใจการหาอัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี และผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นต่อปฏิกิริยา
- (7) หาค่าคงที่สมดุลแบบต่างๆ และทำนายทิศทางของสมดุลใหม่จากการรบกวนสมดุลแบบต่างๆ
- (8) คำนวณค่าพีเอชของสารละลายกรด-เบส เกลือ และบัฟเฟอร์
- (9) ประยุกต์ใช้เทอร์โมเคมี และเทอร์โมไดนามิกมาหาคำนวณปริมาณความร้อนในสมการเคมี
- (10) นำความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยารีดอกซ์ เพื่อนามาคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

- (11) รู้จักชนิดของปฏิกิริยานิวเคลียร์ และคำนวณหาพลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้
 (12) รู้จักชนิดของสารประกอบอินทรีย์ในชีวิตประจำวัน

CHEM0190 ปฏิบัติการเคมี

1 (0-3-1)

(Chemistry Laboratory)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

เปเปอร์โครมาโทกราฟี ปฏิกิริยาแทนที่ อินดิเคเตอร์กรด-เบส ไทเทรชัน ความร้อนของปฏิกิริยา อัตราเร็วของ ปฏิกิริยา สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก การหาค่าคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร

Paper chromatography; displacement reactions; acid-base indicators; titration; heat of reactions; rate of reactions; chemical equilibrium; electrochemistry; galvanic cells and semi-micro qualitative analysis

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกหลักการโครมาโทกราฟีได้
- (2) เขียนสมการการเกิดปฏิกิริยาแทนที่ได้
- (3) หาค่าพีเอชของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์ได้
- (4) หาปริมาณหาสารโดยใช้เทคนิคไทเทรชัน
- (5) บอกวิธีหาความร้อนของการละลายได้
- (6) เข้าใจวิธีการหาอัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี
- (7) ทำนายทิศทางของสมดุลใหม่จากการรบกวนสมดุลแบบต่างๆ
- (8) เข้าใจการนำไฟฟ้าของสารละลายและการหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
- (9) หาแอนไอออนตัวอย่างแบบเคมีไมโครได้

ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์

3 (6-0-6)

(Physical Mathematics)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

วิชานี้เป็นการบูรณาการคณิตศาสตร์และฟิสิกส์โดยการแนะนำแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ในบริบทของความเป็นจริงทางกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจว่าคณิตศาสตร์คือภาษาของฟิสิกส์

คณิตศาสตร์ ทบทวนตรีโกณมิติ; ฟังก์ชันและกราฟ; ลิมิต; อนุพันธ์และการนำไปใช้; ปริพันธ์และการนำไปใช้; พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว งาน เช่นทอโรยด์ โมเมนต์ความเฉื่อย; ทฤษฎีบทมูลฐานของแคลคูลัส; เทคนิคการหาปริพันธ์; พีชคณิตของเวกเตอร์สามมิติ

ฟิสิกส์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน; การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง; การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์; โมเมนต์ัม; แรงและงาน; ทฤษฎีบทงาน-พลังงาน; กฎทรงพลังงาน; โมเมนต์ของแรง; การแพร่กระจายและปรากฏการณ์ของคลื่น; การสะท้อน หักเหตและการกระจายของแสง; กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน; กฎของคูลอมบ์; สนามไฟฟ้าและแม่เหล็ก; แรงลอเรนซ์; โมเมนต์ัมเชิงมุม

This course integrates mathematics and physics by introducing mathematical concepts in the context of physical reality so that students learn to appreciate that mathematics is the language of physics.

Mathematics Revision of Trigonometry; Functions and graphs; Limit; Derivatives and applications; Integrals and applications: area, volume, surface area, work, centroid, moment of inertia; The fundamental theorem of calculus; Integration techniques; Vector algebra in three dimensions.

Physics Newton's laws of motion; Rectilinear motion; Projectile motion; Momentum; Force and Work; Work-Energy Principle; Law of conservation of energy; Moment of force; Wave propagation and phenomena; Reflection, refraction and dispersion of light; Newton's law of gravitation; Coulomb's law; Electric and magnetic fields; Lorentz's force; Angular momentum.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) ใช้อนุพันธ์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
- (2) ใช้ปริพันธ์เพื่อหาปริมาณต่างๆ อาทิ พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว งาน เช่นทอรอยด์ จุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลางถ่วง โมเมนต์ ความเฉื่อย
- (3) อธิบายทฤษฎีบทมูลฐานของแคลคูลัส
- (4) อธิบายปรากฏการณ์ของคลื่นและแสง
- (5) ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและโปรเจกไทล์
- (6) หาคความเร็วและความเร่งของการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง
- (7) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์ัมเชิงมุมและโมเมนต์ของแรง
- (8) แสดงแรงดึงดูดระหว่างมวลและแรงระหว่างประจุไฟฟ้าในรูปเวกเตอร์

ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า 3 (6-0-6)

(Calculus for Mechanics and Electromagnetism)

วิชาบังคับก่อน : ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์

Prerequisite : ENCC1001 Physical Mathematics

วิชานี้เป็นการบูรณาการความรู้ด้านแคลคูลัสหลายตัวแปรเข้ากับกลศาสตร์ และด้านแคลคูลัสเชิงเวกเตอร์เข้ากับแม่เหล็กไฟฟ้า ในการสอน หัวข้อทางด้านแคลคูลัสจะถูกนำมาตีความเชิงกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ได้แจ่มชัดขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

คณิตศาสตร์ เส้นตรง ระนาบและผิวในปริภูมิสามมิติ; อนุพันธ์ย่อย; อนุพันธ์ระดับทิศทาง; เกรเดียนต์; ปริพันธ์ของฟังก์ชันหลายตัวแปรและการนำไปใช้; เส้นพาราเมตริก; ฟังก์ชันของเวกเตอร์; สนามเวกเตอร์; ปริพันธ์ตามเส้น; ปริพันธ์ตามผิวและปริพันธ์ฟลักซ์; เคิร์ลและไดเวอร์เจนซ์; ทฤษฎีบทของกรีน สโตก และไดเวอร์เจนซ์

กลศาสตร์ การหาเซ้นทรอยด์ จุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลางถ่วงด้วยปริพันธ์หลายชั้น; โมเมนต์ที่สองของพื้นที่; การหาโมเมนต์ความเฉื่อยด้วยปริพันธ์หลายชั้น

แม่เหล็กไฟฟ้า การเคลื่อนที่ในระนาบและปริภูมิ; การเคลื่อนที่แบบวงกลมและแรงสู่ศูนย์กลาง; สนามเวกเตอร์ของไฟฟ้าและแม่เหล็ก; ความต่างศักย์ไฟฟ้า; อีเอ็มเอฟ; กฎของแอมแปร์; ฟลักซ์ไฟฟ้าและแม่เหล็ก; กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์; กฎของเกาส์สำหรับไฟฟ้าและแม่เหล็ก; สมการแมกซ์เวลล์; ฟลักซ์ของการเคลื่อนที่ของของไหล

This course aims to integrate multivariable calculus with mechanics and vector calculus with electromagnetism. In the lectures, calculus operations will be physically interpreted such that students gain deeper understanding of mathematical concepts and will be able to apply them appropriately for problems in mechanics and electromagnetism.

Mathematics Line, plane and surface in three dimensional space; Partial derivatives; Directional derivatives; Gradient; Multiple integrals and applications; Parametric curves; Vector functions; Vector fields; Line integrals; Surface and flux integrals; Curl and Divergence; Green's, Stoke's and Divergence Theorems.

Mechanics Finding centroid, center of mass and center of gravity using multiple integrals; Second moment of area; Finding moment of inertia using triple integrals.

Electromagnetism Motion in plane and space; Circular motion and centripetal force; Electric and magnetic vector fields; Electric potential difference; EMF; Ampere's law; Electric and magnetic flux; Faraday's law of induction; Gauss's law for electricity and magnetism; Maxwell's equations; Fluid flux.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) แสดงสมการของเส้นตรง ระนาบและผิว
- (2) หาคอนพิกซ์ย่อย คอนพิกซ์ระนาบทิศทาง และเกรเดียนต์
- (3) ใช้ปริพันธ์หลายชั้นในการหาเซ้นทรอยด์ จุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางวง โมเมนต์ที่สองของพื้นที่ และโมเมนต์ความเฉื่อย
- (4) หาเวกเตอร์ความเร็วและความเร่งของการเคลื่อนที่ในระนาบและปริภูมิ
- (5) อธิบายสนามเวกเตอร์อนุรักษ์
- (6) ใช้ปริพันธ์ตามเส้นในการหางานที่ต้องทำในการเคลื่อนย้ายอนุภาคในสนามแรง
- (7) ใช้ปริพันธ์ตามเส้นในการหางานที่ต้องทำในการเคลื่อนย้ายประจุในสนามไฟฟ้า
- (8) ใช้ปริพันธ์ตามเส้นในการหาความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด
- (9) หาความต่างศักย์ในสนามไฟฟ้าสถิตย์จากฟังก์ชันศักย์ไฟฟ้า
- (10) หาฟลักซ์ในกรณีพิเศษที่ไม่ต้องใช้ปริพันธ์และกรณีทั่วไปที่ต้องใช้ปริพันธ์
- (11) ใช้ปริพันธ์ตามผิวในการหาฟลักซ์ของของไหล ไฟฟ้าและแม่เหล็ก
- (12) อธิบายกฎของแอมแปร์และฟาราเดย์
- (13) ใช้กฎของเกาส์เพื่อหาสนามไฟฟ้า
- (14) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงระหว่างประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า อิเอ็มเอฟ และฟลักซ์ไฟฟ้า

MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม**3(6-0-6)****(Essential Engineering Mathematics)**

วิชาบังคับก่อน : ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์

Prerequisite : ENCC1001 Physical Mathematics

ลำดับ อนุกรมจำนวนจริง อนุกรมกำลัง อนุกรมฟูรีเยร์ สมการเชิงอนุพันธ์สามัญและการนำไปใช้ ผลการแปลงลาปลาซ เมทริกซ์ ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ ระเบียบวิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาค่าขอบ

Sequences; Real number series; Power series; Fourier series; Ordinary differential equations and their applications; Laplace transforms; Matrices; Systems of differential equations; Finite Difference Method for Boundary Value Problem

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) รู้จักลักษณะของลำดับ และอนุกรม สัญลักษณ์ของอนุกรม การหาผลบวกย่อย และผลบวกของอนุกรมอนันต์ อนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และการประยุกต์
- (2) กระจายอนุกรมกำลัง และเขียนอนุกรมกำลัง อนุกรมแมคลอริน อนุกรมเทย์เลอร์ เพื่อแทนฟังก์ชัน
- (3) รู้จัก คาบของฟังก์ชัน ฟังก์ชันคาบและหาอนุกรมฟูรีเยร์ของฟังก์ชันคาบได้
- (4) หาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง สามารถหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับสูง นำไปแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเช่น ปัญหาการผสม (mixing problem) การสั่นของสปริง (spring oscillation)
- (5) หาผลการแปลงลาปลาซ ผลการแปลงผกผันลาปลาซ และนำไปใช้แก้ปัญหาสมการเชิงอนุพันธ์
- (6) หาผลการดำเนินการพื้นฐานเช่นการบวก การคูณ การแปลง (transformation) รู้จักและสามารถหาค่าฟังก์ชันของเมทริกซ์เช่น ดีเทอร์มิแนนต์ เมทริกซ์ผกผัน และนำไปใช้หาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น รู้จักค่าเฉพาะ (eigenvalue) และ เวกเตอร์เฉพาะ (eigenvector)
- (7) หาผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์และนำไปแก้ปัญหาเช่น ปัญหาการผสมและการสั่นของสปริง
- (8) แก้ปัญหาค่าขอบเช่น ระบบสปริง (mass-spring system) โดยใช้ผลต่างอันตะ

PHYS0101 ฟิสิกส์**3(2-2-5)****(Physics)**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

บรรยาย

ปริมาณฐานและหน่วย แรง การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ การเคลื่อนที่ในสองมิติ กฎการเคลื่อนที่ กฎการอนุรักษ์พลังงาน การเคลื่อนที่แบบหมุน การอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม การเคลื่อนที่แบบสั่น คลื่นและสมบัติของคลื่น สมบัติเชิงกลของสสาร กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและเทอร์โมไดนามิกส์ ทศนศาสตร์เชิงคลื่น ทศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต ฟิสิกส์ยุคใหม่

Base quantities and units; force; motion in one dimension; motion in two dimension; laws of motion; law of conservation of energy; rotational motion; the conservation law of angular momentum; oscillatory motion; wave and properties of waves; mechanical properties of matter; fluid mechanics; heat and thermodynamics; wave optics; geometric optics; modern physics

ปฏิบัติการ

ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในหัวข้อ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โมเมนต์ความเฉื่อย การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเชิงเดียว การสั่นพ้อง ความร้อน และหัวข้อที่สอดคล้องกับหลักการต่างๆที่ได้เรียนในภาคบรรยาย

Perform experiments in the laboratory: gravitational acceleration; Newton's law of motion; moment of inertia; simple harmonic motion; resonance; heat; and experiments according to principles learned in lecture.

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีพื้นฐานความคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจแนวความคิดของหลักการต่างๆทางฟิสิกส์
- (2) มีความรู้เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆและสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ได้ โดยอาศัยกฎการเคลื่อนที่
- (3) มีความรู้เกี่ยวกับ การแพร่กระจายของคลื่น และสมบัติและพฤติกรรมต่างๆของคลื่น
- (4) มีความรู้เกี่ยวกับ สมบัติเชิงกลของสสาร
- (5) มีความรู้เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์พื้นฐานที่เกิดขึ้นกับของไหล
- (6) มีความรู้เกี่ยวกับ ความร้อน การถ่ายเทพลังงานในรูปแบบของความร้อน และกฎเทอร์โมไดนามิก
- (7) มีความรู้ความเข้าใจในพฤติกรรมของคลื่นแสง และการเกิดภาพโดยใช้ทัศนอุปกรณ์
- (8) มีความเข้าใจการเกิดขึ้นของฟิสิกส์ยุคใหม่ ผ่านปรากฏการณ์ที่ฟิสิกส์ดั้งเดิมไม่สามารถอธิบายได้
- (9) มีทักษะปฏิบัติในการทำการทดลองทางฟิสิกส์โดยใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ รวมถึง การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

(2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์

MATS0310 วัสดุวิศวกรรม

3(3-0-6)

(Engineering Materials)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ความสำคัญและประโยชน์ของวัสดุวิศวกรรมกลุ่มหลักๆ เช่น โลหะ พอลิเมอร์ เซรามิก วัสดุกึ่งตัวนำ และวัสดุผสม เฟสไดอะแกรมและการแปลความหมาย การศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุ การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ การเสื่อมสภาพของวัสดุ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุวิศวกรรม และการประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรม

Importance and application of the main group of engineering materials such as metals, polymers, ceramics, semiconductor, and composite materials; phase diagrams and their interpretation; study of relationship between structures and properties; properties testing; materials degradation; production processes of engineering materials and their applications in engineering work.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) สามารถแบ่งประเภทและอธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้างที่มีต่อคุณสมบัติของวัสดุประเภทต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
- (2) สามารถประยุกต์เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานทางวิศวกรรม รวมทั้งรู้จักและเลือกใช้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้ชิ้นงานรูปร่างต่างๆ
- (3) สามารถระบุสาเหตุ วิธีการทดสอบ และหาวิธีแก้ปัญหาการเสื่อมสภาพของวัสดุได้

(4) สามารถแปลความหมาย และเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากเฟสไดอะแกรม

MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม

3(2-2-5)

(Fundamental Engineering Drafting)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

การเขียนตัวอักษร กฎและข้อกำหนดต่างๆ ของการเขียนแบบ การร่างแบบมือเปล่าและการเขียนรูปทรงเรขาคณิต การเขียนแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การมองให้เห็นภาพและการเขียนภาพในหลายมุมมองตั้งฉาก การมองให้เห็นภาพและการเขียนภาพในมุมมองสามมิติ การกำหนดขนาดและพิถีพิถันความเผื่อ ภาพตัด ภาพช่วย การเขียนแบบสั่งงาน แบบงานท่อ แบบงานก่อสร้าง และแบบงานไฟฟ้า

Lettering; Drawing conventions and formats; Freehand sketching and Geometric constructions; Computer-aided drafting; Visualization and construction of orthographic multiviews; Visualization and construction of pictorial views; Dimensioning and tolerancing; Sectional views; Auxiliary views; Working drawings; Piping drawings; Construction drawings; Electrical diagrams

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำกฎและข้อกำหนดของพื้นฐานการเขียนแบบเทคนิค
- (2) เข้าใจการฉายภาพวัตถุในมุมมองต่างๆ
- (3) อ่านและตีความแบบเทคนิคพื้นฐานตามกฎและข้อกำหนดต่างๆ
- (4) ร่างแบบมือเปล่าและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบเทคนิคพื้นฐานตามกฎและข้อกำหนดต่างๆ
- (5) ระบุขนาดและพิถีพิถันความเผื่อในแบบเทคนิคพื้นฐาน
- (6) จดจำกฎและข้อกำหนดของพื้นฐานการเขียนแบบงานเครื่องกล
- (7) อ่านและตีความแบบงานเครื่องกลพื้นฐาน
- (8) ร่างแบบมือเปล่าและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบงานเครื่องกลพื้นฐาน
- (9) อ่านและตีความงานท่อเบื้องต้น
- (10) รู้จักแบบงานก่อสร้างและงานไฟฟ้าเบื้องต้น
- (11) เข้าใจความแตกต่างของแบบงานก่อสร้างและงานไฟฟ้าเบื้องต้นต่างๆ
- (12) อ่านและตีความแบบงานก่อสร้างและงานไฟฟ้าเบื้องต้น

MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม

3(2-2-5)

(Engineering Mechanics)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

ระบบของแรง แรงลัพธ์ โมเมนต์ โมเมนต์ลัพธ์ สมดุลของอนุภาคและวัตถุแข็ง ใน 2 มิติ และ 3 มิติ พื้นฐานการวิเคราะห์โครงสร้าง โครงข้อหมุน โครงข้อแข็งและกลไก ความผิด จุดศูนย์ถ่วง โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่และมวล พื้นฐานงานเสมือน เสถียรภาพโครงสร้าง พลศาสตร์

Force systems, resultant force, moments; resultant moment; equilibrium of particle and rigid body in 2 and 3 dimensions; basic structural analysis, truss, frame and machine; friction; center of gravity; moment of inertia of area and mass; basic of virtual work; stability of structure; dynamics

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจระบบของแรง และโมเมนต์
- (2) เข้าใจสมดุลของระบบแรงและโมเมนต์ของทั้งอนุภาคและวัตถุเกร็ง
- (3) สามารถคำนวณค่าแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในที่รองรับ และความเสถียรของที่รองรับ
- (4) ประเมินและคำนวณแรงภายในโครงสร้างเบื้องต้น
- (5) คำนวณปัจจัยเสริมที่เกี่ยวข้องกับระบบแรงและวัตถุที่รับแรง
- (6) สามารถประมวลระบบแรงที่กระทำ เพื่อการใช้งานด้วยความปลอดภัย

MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6)

(Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment)

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

Prerequisite : None

ทฤษฎีและแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่ กระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว: งานหล่อโลหะ งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ กระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น กระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก: การกลึง การไส การกัด การตัด การเจาะ และการเจีย กระบวนการประกอบ: สกรู หมุดย้ำ และการสวม การเชื่อมต่อวัสดุ: การเชื่อม การบัดกรีแข็ง การบัดกรีอ่อน และการใช้สารยึดติด การปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ: กระบวนการทางความร้อน, การเคลือบผิว กระบวนการผลิตสมัยใหม่: เหล็กกล้าความต้านทานแรงสูง, โปโอพลาสติก, การพิมพ์ 3 มิติ กระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับเทรนด์ของเศรษฐกิจสีเขียวหมุนเวียนชีวภาพ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

Theory and concept of classical and modern manufacturing processes; Solidification processes: Metal casting, Glass working, Rubber and plastic molding; Metal forming and sheet metal working; Material Removal Processes: lathe, planing, milling, cutting, drilling and grinding; Assembly processes: screw, rivet and fitting; Joining processes: welding, brazing, soldering and adhesive bonding; Mechanical properties enhancing: heat treatment and coating; Modern manufacturing processes: Advance high strength steels (AHSS), bioplastics, 3D printing and manufacturing processes with the trend of Bio-Circular-Green Economic (BCG); Safety, occupational health and working environment

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่
- (2) อธิบายหลักการของการปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ
- (3) อธิบายหลักการของกระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว: งานหล่อโลหะ งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์
- (4) อธิบายหลักการของกระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น
- (5) อธิบายหลักการของกระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก
- (6) อธิบายหลักการของการปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ
- (7) จัดแบ่งประเภทและเข้าใจหลักการขึ้นรูปเหล็กกล้าความต้านทานแรงสูง, โปโอพลาสติก และการพิมพ์ 3 มิติ

- (8) อธิบายความหมายและแนวคิดของเศรษฐกิจสีเขียวหมุนเวียนชีวภาพ
- (9) เข้าใจและประยุกต์การใช้งานเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม**3(3-0-6)****(Engineering Dynamics)**

วิชาบังคับก่อน: MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม

Prerequisite : MECH0110 Engineering Mechanics

จลนศาสตร์และจลนพลศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน หลักการของงานและพลังงาน การดลและโมเมนตัม บทนำสู่การประยุกต์ทางพลศาสตร์

Kinematics and kinetics of particles and rigid bodies; the Newton's second law of motion; principle of work and energy; impulse and momentum; introduction to dynamics applications

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) สามารถวิเคราะห์ ระยะเวลาทาง ความเร็ว และความเร่งของอนุภาค
- (2) เข้าใจการเคลื่อนที่แบบสม่ำเสมอ และไม่สม่ำเสมอ
- (3) อธิบายระยะขจัดของการเคลื่อนที่ได้
- (4) เข้าใจความเร็วและความเร่งสัมพัทธ์ของระบบขึ้นต่อโยงได้
- (5) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง
- (6) อธิบายผลการเคลื่อนที่ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง
- (7) อธิบายโมเมนตัมและแรงดลเมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ได้
- (8) อธิบายการเคลื่อนที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของงานและพลังงานได้
- (9) ประยุกต์ทฤษฎีที่เรียนรู้เข้ากับปัญหาทางด้านการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันได้

MECH0210 กลศาสตร์ของไหล**3(3-0-6)****(Fluid Mechanics)**

วิชาบังคับก่อน: MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม

Prerequisite : MECH0110 Engineering Mechanics

สมบัติของของไหล ของไหลสถิต สมการโมเมนตัมและสมการพลังงาน สมการของความต่อเนื่องและการเคลื่อนที่ การวิเคราะห์หิมิตและความคล้าย การไหลคงตัวและอัดไม่ได้

Properties of fluid; fluid statics; momentum and energy equations; equation of continuity and motion; similitude and dimensional analysis; steady incompressible flow

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายคุณสมบัติของของไหลและของไหลสถิตได้
- (2) คำนวณแรงที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของไหลสถิตได้
- (3) มีความรู้และเข้าใจ สมการโมเมนตัม สมการพลังงาน สมการความต่อเนื่อง และการเคลื่อนที่ของของไหล
- (4) คำนวณ แรง ความดัน ความเร็ว และอัตราการไหลด้วยสมการโมเมนตัม พลังงาน และสมการความต่อเนื่องได้
- (5) อธิบายการออกแบบระบบการวัดความเร็วในช่องทางการไหลด้วยสมการพลังงานและความต่อเนื่องได้
- (6) อธิบายขั้นตอนในการวิเคราะห์หิมิต จัดกลุ่มตัวแปรไร้มิติ และพื้นฐานของความคล้าย

- (7) คำนวณตัวต้นแบบและตัวจำลองโดยใช้พื้นฐานของความคล้ายได้
- (8) อธิบายรูปแบบของการไหลคงตัวและอัดไม่ได้ภายในท่อ เลขเรย์โนลด์ และค่าการสูญเสีย
- (9) คำนวณเลขเรย์โนลด์ และค่าการสูญเสียจากการไหลคงตัวและอัดไม่ได้ภายในท่อ
- (10) ตระหนักถึงผลของค่าการสูญเสียจากการไหลคงตัวและอัดไม่ได้ภายในท่อต่อการเลือกใช้ปั๊มน้ำ

MECH0220 อุณหพลศาสตร์

3(3-0-6)

(Thermodynamics)

วิชาบังคับก่อน: ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์

Prerequisite : ENCC1001 Physical Mathematics

หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ พลังงาน ความร้อนและงาน สมบัติของสารบริสุทธิ์ แก๊สอุดมคติ กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ วัฏจักรคาร์โนต์ เอนโทรปี การแปลงผันของพลังงานเบื้องต้น บทนำสู่กลไกการถ่ายเทความร้อน

Basic of thermodynamics; energy; heat and work; properties of pure substance; ideal gas; first law of thermodynamics; second law of thermodynamics; Carnot cycle; entropy; basic energy conversion; introduction to heat transfer mechanisms

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) ใช้ตารางไอน้ำและตารางคุณสมบัติต่างๆของสารบริสุทธิ์เป็น
- (2) บอกนิยามกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์
- (3) อธิบายหลักการของอุปกรณ์ในระบบเปิดและปิด
- (4) คำนวณงานและความร้อนในระบบปิดและเปิดจากหลักการสมดุลพลังงาน
- (5) บอกนิยามกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
- (6) อธิบายหลักการของเครื่องยนต์ความร้อน เครื่องทำความเย็นและเครื่องสูบน้ำร้อน
- (7) คำนวณประสิทธิภาพหรือสมรรถนะเครื่องจักรเทียบกับแบบคาร์โนต์ และประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก
- (8) บอกคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมทางความร้อนได้
- (9) อธิบายเรื่องของพลังงานได้ รูปแบบและการใช้กับการเกิดภาวะโลกร้อน
- (10) คำนวณหน่วยวัดพื้นฐานเช่น อุณหภูมิ ความดัน

MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ

3(3-0-6)

(Mechanics of Materials)

วิชาบังคับก่อน: MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม

Prerequisite : MECH0110 Engineering Mechanics

ความเค้น ความเครียด สมบัติเชิงกลของวัสดุ การรับภาระตามแนวแกน การบิด สมดุลของคาน ความเค้นตึงฉากในคาน ความเค้นเฉือนในคาน การโก่งของคาน การแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา

Stresses; Strains; Mechanical Properties of materials; Axial loading; Torsion; Equilibrium of beams; Normal stresses in beams; Shear stress in beams; Deflection of beams; Stress transformations; Mohr's circle of plane stresses; Combined loading; Failure criteria; and Buckling of columns

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับความเค้น ความเครียด และสมบัติเชิงกลของวัสดุ
- (2) เข้าใจการแก้ปัญหาพื้นฐานทางความเค้น ความเครียด และสมบัติเชิงกลของวัสดุ
- (3) ตระหนักถึงการพิจารณากำลังวัสดุในเชิงความเค้น ความเครียด และสมบัติเชิงกลของวัสดุ
- (4) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการรับภาระของวัสดุตามแนวแกน รอบแนวแกน และคาน
- (5) เข้าใจการแก้ปัญหาพื้นฐานที่เกี่ยวกับการรับภาระของวัสดุตามแนวแกน รอบแนวแกน และคาน
- (6) ตระหนักถึงการพิจารณากำลังวัสดุภายใต้การรับภาระตามแนวแกน รอบแนวแกน และคาน
- (7) เข้าใจนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโค้งเดาะของเสา
- (8) แสดงการแก้ปัญหาพื้นฐานที่เกี่ยวกับการแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโค้งเดาะของเสา
- (9) ตระหนักถึงการพิจารณากำลังวัสดุในเชิงการแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโค้งเดาะของเสา

MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

3(2-2-5)

(Numerical Methods for Mechanical Engineering)

วิชาบังคับก่อน : MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นทางวิศวกรรม

Prerequisite : MATH2101 Essential Engineering Mathematics

การดำเนินการของเมตริกซ์ ระบบสมการเชิงเส้น เมตริกซ์มูลฐาน การกำจัดแบบเกาส์ วิธีแบบเกาส์-จอร์แดน การแยกแบบแอลยู การกระทำซ้ำแบบจาโคบี และวิธีแบบเกาส์-ไซเดล; รากของสมการไม่เชิงเส้น พหุนามสำหรับประมาณค่าในช่วง การประมาณค่าในช่วงเชิงฟังก์ชันเหมือนพหุนาม; การหาอนุพันธ์เชิงตัวเลข การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ปัญหาขอบเขต และปัญหาค่าลักษณะเฉพาะ; สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (การหาคำตอบของสมการความร้อนและสมการคลื่น) ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ และระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

Matrix Operations, System of Linear Equations, Elementary Matrices, Gaussian Elimination, Gauss-Jordan Method, LU Decomposition, Jacobi Iteration and Gauss-Seidel Method; Roots of Nonlinear Equations, Interpolating Polynomials and Spline Interpolation; Numerical Differentiation, Numerical Integration, Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, Boundary Value and Eigenvalue Problems; Partial Differential Equations (Solutions of the Heat Equation and the Wave Equation), Finite Difference Method and Finite Element Method

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้น
- (2) เข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการแก้ระบบสมการเชิงเส้น
- (3) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ระบบสมการเชิงเส้น
- (4) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับระบบสมการไม่เชิงเส้น
- (5) เข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการแก้ระบบสมการไม่เชิงเส้น
- (6) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ระบบสมการไม่เชิงเส้น
- (7) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ

- (8) เข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ
- (9) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ
- (10) จัดจำแนกและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย
- (11) เข้าใจวิธีหาคำตอบของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย
- (12) ตระหนักถึงการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

(3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ

3.1) แขนงวิชาพลวัตและระบบ

MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล

3(3-0-6)

(Mechanics of Machinery)

วิชาบังคับก่อน: MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม

Prerequisite : MECH0111 Engineering Dynamics

ระบบขึ้นต่อโยง แผนผังจลนศาสตร์ อันดับของความอิสระในการเคลื่อนที่ ระบบขึ้นต่อโยงสมมูล การวิเคราะห์ความเร็ว ลูกเบี้ยว ขบวนเฟือง การวิเคราะห์ขบวนเฟือง การวิเคราะห์ความเร่ง แผนผังความเร่ง การวิเคราะห์แรงในระบบกลไก แรงในระบบขึ้นต่อโยง การวิเคราะห์แรงสถิต การวิเคราะห์แรงพลวัต สมดุลในเครื่องจักรกล สมดุลสถิต สมดุลพลวัต

Linkage, kinematic diagram; Degrees of freedom in motion; Equivalent linkages; Velocity analysis; Cam; Gear train; Gear train analysis; Acceleration analysis; Acceleration diagram; Force analysis of mechanism system; Linkage force; Static force analysis; Dynamic force analysis; Balance of machines; Static balance; Dynamic balance

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จัดจำข้อกำหนดการสร้างแผนผังจลนศาสตร์
- (2) เข้าใจกฎพื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์ และเวกเตอร์
- (3) ระบุระดับขั้นอิสระในการเคลื่อนที่ของระบบกลไก
- (4) ระบุตำแหน่งใหม่ของขึ้นต่อโยงต่าง ๆ
- (5) เข้าใจถึงหลักการวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์ของระบบกลไก
- (6) ใช้หลักการทางเรขาคณิต และเวกเตอร์วิเคราะห์จลนศาสตร์ของระบบกลไก
- (7) เข้าใจการทำงานของระบบลูกเบี้ยวและเฟือง
- (8) สร้างแผนผังการจัดในระบบลูกเบี้ยว
- (9) คำนวณหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในระบบลูกเบี้ยวและเฟือง
- (10) เข้าใจประเภทของแรงต่าง ๆ ในระบบกลไก
- (11) คำนวณหาแรงภายในที่จุดเชื่อมต่อและแรงลัพธ์ในระบบกลไก
- (12) ตระหนักถึงแรงต่าง ๆ ต่อระบบสมดุลในระบบกลไก

MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล**3(3-0-6)****Mechanical Vibration**

วิชาบังคับก่อน: MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม

Prerequisite : MECH0111 Engineering Dynamics

ระบบที่มีหนึ่งอันดับอิสระ: การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก การสั่นสะเทือนแบบบิดตัว วิธีของระบบสมมูล การสั่นสะเทือนแบบอิสระ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ วิธีงานเสมือน การสั่นสะเทือนของระบบที่มีการหน่วง การวัดการสั่นสะเทือน การสั่นสะเทือนแบบอิสระ และแบบบังคับของระบบการสั่นหลายอันดับอิสระ การลดและการควบคุมการสั่นสะเทือน

System with one degree of freedom: harmonic motion; Torsional vibration; Method of equivalent systems; Free vibration; Forced vibration; Virtual work methods; Vibration of damped systems; Vibration measurement, Free and force vibration of systems with multi-degree of freedom, Vibration suppression and control

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์ (Newtonian and Virtual work method)
- (2) เข้าใจแนวคิดของวิธีระบบสมมูล
- (3) เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนอย่างอิสระ
- (4) เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนการสั่นแบบบังคับ
- (5) การประยุกต์ใช้งานทฤษฎีการสั่นสะเทือนทางกล
- (6) วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์ของระบบหลายอันดับอิสระ
- (7) เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนอย่างอิสระ
- (8) เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนการสั่นแบบบังคับ
- (9) ประยุกต์ใช้งานทฤษฎีการสั่นสะเทือนทางกล

MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม**3(3-0-6)****(Mechatronics and Control systems)**

วิชาบังคับก่อน: MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล

Prerequisite : MECH0360 Mechanical Vibration

แมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น: ตัวรับรู้สัญญาณและเครื่องมือวัด อุปกรณ์กระตุ้นเชิงกลและไฟฟ้า สัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล, ไมโครคอนโทรลเลอร์, การควบคุมอัตโนมัติ แบบจำลองของระบบพลศาสตร์ ฟังก์ชันถ่ายโอน การตอบสนองของระบบพลวัต การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงเวลา เสถียรภาพของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ การวิเคราะห์เชิงความถี่

Introducing Mechatronics; Sensors and transducers; Mechanical and electrical actuating devices; Analogue and digital signals; Introducing microcontrollers; Automatic control: modeling of dynamic systems; Transfer functions; Response of dynamic systems; Analysis and design of time domain systems; Stability of linear feedback systems; Frequency response analysis

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจระบบแมคคาทรอนิกส์เบื้องต้นและการประยุกต์ใช้งาน
- (2) เข้าใจอุปกรณ์การวัด การกระตุ้นในระบบแมคคาทรอนิกส์

- (3) เข้าใจลักษณะ และประเภทของสัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล
- (4) เข้าใจระบบไมโครคอนโทรลเลอร์พื้นฐาน
- (5) เข้าใจแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบพลศาสตร์
- (6) สร้างฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบพลศาสตร์
- (7) เข้าใจการตอบสนองของระบบพลศาสตร์และการออกแบบเชิงเวลา
- (8) เข้าใจหลักการเสถียรภาพเชิงพลศาสตร์
- (9) เข้าใจการวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงพลศาสตร์โดยวิธี Routh-Hurwitz
- (10) เข้าใจการวิเคราะห์เชิงความถี่
- (11) วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุม PID เบื้องต้น

3.2) แขนงวิชาของแข็งและการออกแบบ

MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
(Machine Parts Design)

3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน: MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ

Prerequisite : MECH0230 Mechanics of Materials

ทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาระสถิต ความล้าและทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาระแปรเปลี่ยน หลักการออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐาน อาทิ เพลาและส่วนประกอบของเพลา สกรูยึด หมุดย้ำ รอยเชื่อม สปริง โรลลิ่งแบร์ริง การส่งกำลังรูปแบบต่างๆ และโครงการการออกแบบเชิงกล

Materials failure theories under static loads; Fatigue and materials failure theories under variable loads; Design principles and selection of standard mechanical parts: shafts and shaft components, fastener screws, rivets, welds, springs, rolling bearings; Various forms of power transmission and mechanical design project

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายทั้งข้อดีและข้อจำกัดของทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาระสถิต
- (2) ออกแบบทางกลตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความเสียหายสำหรับภาระสถิตได้อย่างเหมาะสม
- (3) เข้าใจนิยามค่าศัพท์พื้นฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบความล้า ภาระแปรเปลี่ยน และเขียน S-N diagrams พร้อมกับอธิบายจุดสำคัญ
- (4) คำนวณหา Modifying factor และ Fatigue stress-concentration factor
- (5) ออกแบบทางกลตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความเสียหายสำหรับภาระแปรเปลี่ยนได้อย่างเหมาะสม
- (6) อธิบายหลักการและระบุข้อควรพิจารณาในการออกแบบเครื่องจักรกลค้ำน้ำหนักผลกระทบต่อารออกแบบทางกล มาตรฐาน โค้ด ความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และจรรยาบรรณของวิชาชีพวิศวกรรม
- (7) ออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐานและการส่งกำลังรูปแบบต่างๆ

MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล

3(2-2-5)

(Computer Aided Mechanical Design)

วิชาบังคับก่อน: MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

Prerequisite : MECH0340 Machine Parts Design

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล แนวคิดกระบวนการออกแบบเครื่องกล รายละเอียดของแบบชิ้นส่วนทางเครื่องกล การแสดงฉายภาพมุมมองต่างๆ มาตรฐานของแบบและการกำหนดขนาด การกำหนดพิถีพิถันงานสวม การกำหนดคุณลักษณะผิว การกำหนดขนาด และพิถีพิถันผิวเผินเชิงมิติ (GD&T); การอ่านและเขียนแบบงานท่อ และการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม การเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ชิ้นส่วน 3D, การเขียนภาพประกอบ และกำหนดรายละเอียดแบบสั่งงาน)

Computer Aided Mechanical Design; Mechanical Design Process Concepts; Components of a mechanical part; Representation of projection View; Standard drawing & Basic Dimension; Representation of Tolerancing and Fit; Representation Surface Roughness; Geometric Dimension & Tolerancing (GD&T); Piping drawing and Welding drawing; Computer Aided drawing (3D part, Assembly drawing and Detail drawing)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำกฎและข้อกำหนดพื้นฐานของการเขียนแบบเครื่องกล
- (2) เข้าใจการฉายภาพชิ้นส่วนในรูปแบบต่างๆ
- (3) ระบุขนาดและพิถีพิถันผิวในแบบเครื่องกล
- (4) อ่านและตีความองค์ประกอบของแบบเครื่องกล
- (5) ระบุขนาดและพิถีพิถันผิวในเชิงมิติ (GD&T)
- (6) ตระหนักถึงข้อกำหนดของแบบตามมาตรฐานสากล
- (7) เข้าใจหลักการพื้นฐานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบงานเครื่องกล
- (8) เข้าใจการใช้คำสั่งในการเขียนชิ้นส่วนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
- (9) กำหนดการประกอบชิ้นส่วนและการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน
- (10) ระบุขนาดและพิถีพิถันผิวในเชิงมิติ (GD&T) ในแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
- (11) ทักษะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเขียนแบบที่ใช้สำหรับการสั่งผลิต

MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรมเครื่องกล

3(2-2-5)

(Computer Aided Mechanical Engineering)

วิชาบังคับก่อน: MECH0443 Computer Aided Mechanical Design

Prerequisite : MECH0443 Computer Aided Mechanical Engineering

การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล หลักการของโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาช่วยในสร้างและจำลองเชิงเพื่อหาคำตอบและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ทางด้านความยืดหยุ่น พลวัต การไหล และการถ่ายเทความร้อน

Use of computer to aid analyze in mechanical engineering problems; Principle of available software package used for modeling and simulating in order to solve and analyze those problems in fields of strength of materials, dynamics, fluid flow and heat transfer

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายสมการพื้นฐานของความยืดหยุ่นและพลวัต
- (2) อธิบายระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาความยืดหยุ่นและพลวัต

- (3) ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาความยืดหยุ่นและพลวัต
- (4) ตระหนักถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาความยืดหยุ่นและพลวัต
- (5) อธิบายสมการพื้นฐานของการไหลและการถ่ายเทความร้อน
- (6) อธิบายระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาการไหลและการถ่ายเทความร้อน
- (7) ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาการไหลและการถ่ายเทความร้อน
- (8) ตระหนักถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาการไหลและการถ่ายเทความร้อน

3.3) แขนงวิชาของไหล

MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล **3(3-0-6)**
(Fluid Machinery)

วิชาบังคับก่อน : MECH0210 กลศาสตร์ของไหล

Prerequisite : MECH0210 Fluid Mechanics

ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหล เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ กังหันไฮดรอลิก เครื่องอัดอากาศ เครื่องเป่าอากาศ และกังหันแก๊ส

Theory of fluid machinery; centrifugal pumps; reciprocating pump; hydraulic turbines; compressors; blowers; gas turbines.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหลได้
- (2) ประยุกต์ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหลกับเครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยงได้
- (3) อธิบายเครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบได้
- (4) ประยุกต์ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหลกับกังหันไฮดรอลิกได้
- (5) วิเคราะห์และคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องอัดอากาศได้
- (6) วิเคราะห์และคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องเป่าอากาศได้
- (7) วิเคราะห์และคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับกังหันแก๊สได้

MECH0456 การออกแบบระบบท่อ **3(3-0-6)**
(Design of Piping System)

วิชาบังคับก่อน : MECH0210 กลศาสตร์ของไหล

Prerequisite : MECH0210 Fluid Mechanics

ระบบประปา ระบบท่อในอาคาร การหาขนาดท่อ การออกแบบระบบปั๊ม ระบบท่อก๊าซ การเพิ่มความดันของน้ำในท่อ ระบบระบายน้ำฝน ระบบท่อดับเพลิง ระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อไอน้ำ

Water supply system; Piping system in building; Pipe sizing; Pump system design; Gas duct system; Increasing the pressure of the water in the pipe; Rainwater drainage system; Fire hose system; Hot water piping; Steam pipe system

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) ประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์และมาตรฐานระบบท่อและหลักการการออกแบบระบบท่อ

- (2) วิเคราะห์ระบบท่อประปาสำหรับอาคาร การหาอัตราความต้องการใช้น้ำ
- (3) ออกแบบระบบท่อประปา โดยมีความรู้ความเข้าใจระบบการเพิ่มความดันของน้ำในท่อ
- (4) ออกแบบระบบท่อระบายน้ำและระบายก๊าซ
- (5) ออกแบบระบบระบายน้ำฝน
- (6) หาขนาดของเครื่องสูบน้ำหมุนเวียน การออกแบบระบบท่อน้ำร้อน
- (7) มีความรู้ความเข้าใจกฎเกณฑ์แนวทางออกแบบระบบดับเพลิงตามเกณฑ์มาตรฐานของ NFPA การจำแนกระบบดับเพลิง
- (8) ออกแบบระบบดับเพลิงชนิดส้านสูบ ระบบโปรยน้ำฝอย
- (9) ออกแบบระบบพ่นน้ำฝอย ระบบน้ำยาสร้างฟองอากาศ ระบบดับเพลิงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- (10) ออกแบบระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อน้ำเย็น
- (11) สามารถหาความรู้เพิ่มเติมและนำเสนอระบบที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำได้

3.4) แขนงวิชาความร้อน

MECH0362 การถ่ายเทความร้อน

3(3-0-6)

(Heat Transfer)

วิชาบังคับก่อน : MECH0220 อุณหพลศาสตร์

Prerequisite : MECH0220 Thermodynamics

หลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน หลักการความต้านทานความร้อน สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม การนำความร้อนสภาวะคงตัว สมการทั่วไปของการนำความร้อนในพิกัดต่างๆ ที่มีและไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน การถ่ายเทความร้อนผ่านครีบบ การนำความร้อนสภาวะไม่คงตัว หลักการพาความร้อน การพาความร้อนแบบอิสระและแบบบังคับ การไหลภายนอกด้วยการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การไหลภายในด้วยการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การถ่ายเทความร้อนของกลุ่มท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การเดือดและการควบแน่น ประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การคำนวณเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน กระบวนการและสมบัติการแผ่รังสีความร้อน การแผ่รังสีความร้อนระหว่างพื้นผิว การพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน

Basic principles of heat transfer; Thermal resistance concept; Overall heat transfer coefficient; Steady state heat conduction, general equation of heat conduction in various coordinates with and without internal heat generation; Heat transfer from extended surfaces; Transient heat conduction; Principle of heat convection, free and forced convection; External flow, laminar and turbulent flows; Internal flows, laminar and turbulent flows; heat transfer of tube banks; Boiling and condensation; Heat exchangers, types of heat exchanger, heat exchanger calculation; Processes and properties of thermal radiation; Thermal radiation exchange between surfaces; Combined convection and radiation

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจพื้นฐานการถ่ายเทความร้อนด้วยกลไกต่างๆ
- (2) เข้าใจหลักการวงจรความต้านทานความร้อน
- (3) รู้จักสมการทั่วไปของการนำความร้อนในพิกัดต่างๆ
- (4) ประยุกต์ใช้ความรู้ของการถ่ายเทความร้อนเพื่อหาอัตราการนำความร้อนภายใต้สภาวะคงตัว
- (5) ประยุกต์ใช้ความรู้ของการถ่ายเทความร้อนผ่านครีบบระบายความร้อน

- (6) เข้าใจหลักการนำความร้อนในสภาวะไม่คงตัว
- (7) เข้าใจหลักการและความแตกต่างของการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับรวมถึงการเดือดและการควบแน่น
- (8) เข้าใจความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนในช่วงการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน
- (9) รู้จักชนิดและหลักการของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
- (10) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาขนาดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
- (11) เข้าใจพื้นฐานของการแผ่รังสีความร้อน
- (12) ประยุกต์ใช้ความรู้ของการแผ่รังสีความร้อนในการแก้ปัญหาอย่างง่าย
- (13) เข้าใจหลักการของการพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน

MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง

3(3-0-6)

(Power Plant Engineering)

วิชาบังคับก่อน : MECH0220 อุณหพลศาสตร์

Prerequisite : MECH0220 Thermodynamics

ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่ 1 และ 2 ทางอุณหพลศาสตร์ หลักการแปลงรูปพลังงาน ตัวประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้า โรงจักรต้นกำลังพลังไอน้ำ การวิเคราะห์พลังงานของวัฏจักรพลังไอน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยของการให้ความร้อน การให้ความร้อนเข้ากับไอน้ำ รีเจนเนอเรชัน การอุ่นน้ำป้อนและเครื่องอุ่นน้ำป้อน เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิด โคเจนเนอเรชัน กังหันไอน้ำ โรงจักรต้นกำลังกังหันแก๊ส การวิเคราะห์พลังงานของวัฏจักรกังหันแก๊ส การปรับปรุงสมรรถนะของวัฏจักรกังหันแก๊ส โรงไฟฟ้าวัฏจักรรวม วัฏจักรไอคู่ วัฏจักรควบสาม โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ โรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงคิน สารอินทรีย์ โรงไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพ

A Thermodynamics reviews, the first and second laws of thermodynamics; Energy conversion principles; Important factors of power plant; Steam power plants, energy analysis of steam power cycles, mean temperature of heat addition, steam reheating, regeneration, feedwater heating and feedwater heaters, open-type feedwater heater, closed-type feedwater heater, steam turbines, cogeneration; Gas turbine power plants, energy analysis of gas turbine power cycles, performance improvements of gas turbine cycles; Combined cycle, binary vapor cycle, tertiary cycle, gas and steam turbine power plant; Organic Rankine cycle power plant; Biogas power plants

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของโรงไฟฟ้าและหลักการเปลี่ยนรูปพลังงาน
- (2) อธิบายความสำคัญของตัวประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้า
- (3) อธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ และอุณหภูมิเฉลี่ยในการให้ความร้อน
- (4) ประยุกต์ใช้ความรู้ทางอุณหพลศาสตร์กับเครื่องอุ่นน้ำป้อนของโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (5) รู้จักประเภทของกังหันไอน้ำและระบบโคเจนเนอเรชัน
- (6) อธิบายวิธีการเพิ่มสมรรถนะของวัฏจักรโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท
- (7) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (8) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณปัญหาเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (9) อธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส
- (10) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส

- (11) รู้จักการทำงานของโรงไฟฟ้าวัฏจักรร่วมและโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ
- (12) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ
- (13) เข้าใจหลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์และโรงไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพ

MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ

3(3-0-6)

(Refrigeration and Air Conditioning)

วิชาบังคับก่อน: MECH0220 พลศาสตร์ความร้อน

Prerequisite : MECH0220 Thermodynamics

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำความเย็นและสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ระบบอัดไอที่ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น วัฏจักรทำความเย็น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ สารทำความเย็นและคุณสมบัติ การทำความเย็นแบบระเหยและหอระบายความร้อน การทำความเย็นแบบดูดกลืน การคำนวณภาระทำความเย็นของระบบทำความเย็น การทำเยือกแข็งอาหาร การปรับอากาศ การประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ การกระจายลมและการออกแบบระบบท่อลม

Basic knowledge of refrigeration and coefficient of performance; Modified vapor compression; Refrigeration cycles; System components analysis; Refrigerant and their properties; Evaporative cooling and cooling towers; Absorption refrigeration; Calculation of cooling load of refrigeration systems; Freezing of foods; Air condition; Cooling load estimation of air conditioning systems; Air distribution and duct system design

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น
- (2) อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น
- (3) คำนวณสมรรถนะของระบบทำความเย็น
- (4) ความปลอดภัยในการใช้งานระบบทำความเย็น
- (5) บอกคุณสมบัติของอากาศชื้นในกระบวนการทางอากาศพื้นฐาน
- (6) อธิบายกระบวนการปรับอากาศ
- (7) ประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ
- (8) ออกแบบระบบปรับอากาศโดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก
- (9) บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบกระจายลม
- (10) อธิบายหลักการในการออกแบบท่อลมในระบบปรับอากาศ
- (11) เลือกขนาดท่อลมและกำลังของพัดลมในระบบกระจายลม

MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน

3(3-0-6)

(Thermal System Design)

วิชาบังคับก่อน: MECH0220 อุณหพลศาสตร์

Prerequisite : MECH0220 Thermodynamics

ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ การวิเคราะห์พลังงานกับอุปกรณ์ทางความร้อนในบางอุตสาหกรรม แก๊สอุดมคติและแก๊สผสม ไซโครเมตรี กระบวนการปรับอากาศ การวิเคราะห์พลังงานในกระบวนการปรับอากาศ การถ่ายเทความร้อนโดยการเดือดและการควบแน่น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การออกแบบชุดทดลองการปรับอากาศที่มีการปรับคืนพลังงาน การหาพิกัดของอุปกรณ์ต่างๆ ขดลวดความร้อน ชุดเพิ่มความชื้น คอยล์เย็น การออกแบบเครื่องควบแน่นของ

โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ การหาอัตราการระบายความร้อน การเลือกจำนวนท่อและการจัดวางท่อในเครื่องควบแน่น การหาขนาดปั๊มน้ำหล่อเย็น การออกแบบเครื่องทำความร้อนในที่พักอาศัย การออกแบบขดลวดความร้อน การเลือกพัดลม การออกแบบโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล การกำหนดจำนวนเครื่องยนต์ การหาขนาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบน้ำหล่อเย็น การหาขนาดปั๊มน้ำในระบบหล่อเย็น การวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

A review of thermodynamics, the 1st law of thermodynamics; Energy analysis of thermal equipment in some industries; Ideal gas and gas mixture; Psychrometry; Psychrometric processes; Energy analysis of psychrometric processes; Boiling and condensation heat transfer; Heat exchangers; Design of an air-conditioning with energy recovery apparatus, determination of parts: heating element, dehumidifier, cooling coil; Design of a condenser for a steam power plant, heat transfer rate estimation, selections of number and arrangement of tubes in condenser, sizing of cooling-water pump; Design of air space heater, heater element design, fan selection; Design of diesel engine power plant, determination of number of engine, estimation cooling-water heat exchanger, cooling water pump sizing; Energy analysis of steam power plant

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจหลักการทางอุณหพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบทางความร้อน
- (2) วิเคราะห์พลังงานของอุปกรณ์ในระบบทางความร้อนของอุตสาหกรรมบางประเภท
- (3) เข้าใจหลักการของแก๊สอุดมคติ แก๊สผสมอุคติและกระบวนการปรับอากาศต่างๆ
- (4) ประยุกต์ความรู้ทางอุณหพลศาสตร์กับกระบวนการปรับอากาศต่างๆ
- (5) เข้าใจหลักการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อใช้ในระบบทางความร้อน
- (6) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบปรับอากาศ
- (7) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (8) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบเครื่องทำความร้อนในที่พักอาศัย
- (9) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบส่วนประกอบต่างๆ โรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
- (10) วิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนของโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ

3.5) แขนงวิชาการร่วมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

EECC0232 **พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า**

3(2-2-5)

(Fundamental Electrical Engineering)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

วงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น: พื้นฐานและกฎทางไฟฟ้า ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์สะสมพลังงาน การวิเคราะห์เฟสเซอร์ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสและสามเฟส ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ออปแอมป์ เครื่องจักรกลไฟฟ้าและระบบไฟฟ้ากำลัง: กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ สายไฟฟ้าและระบบการเดินสายไฟฟ้า อุปกรณ์และระบบป้องกันทางไฟฟ้า มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าเบื้องต้น หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องจักรกลไฟฟ้าเบื้องต้น ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบควบคุมทางไฟฟ้ากำลัง ยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ พลังงานหมุนเวียน แนะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น IoT, AI และอื่นๆ สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ

Electrical Circuits and Basic Electronic Circuits: Basic electrical laws and concepts, electrical circuit theory and analysis, alternating current, energy storage elements, phasor analysis, single-phase and three-phase AC

circuits, diodes, transistors, operational amplifiers; Electrical machines and power systems: AC power, cables and wiring systems, electrical protection elements and systems, basic electrical safety standards, transformers, basic electrical machines, electric power transmission and distribution systems, power system control, electric vehicles and battery, renewable energy; Introduce modern technologies such as IoT, AI, etc. for various applications.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
- (2) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
- (3) นักศึกษามีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบหนึ่งเฟสและสามเฟส
- (4) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์
- (5) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสายไฟฟ้าและการเดินสายไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
- (6) นักศึกษามีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าและระบบป้องกันทางไฟฟ้า
- (7) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานและสามารถวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้าด้วยทฤษฎีวงจรไฟฟ้า
- (8) นักศึกษาได้รู้จักและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่องจักรกลไฟฟ้าแบบต่างๆ
- (9) นักศึกษาได้รู้จักและเข้าใจระบบการส่งกำลังไฟฟ้าและระบบควบคุมทางไฟฟ้ากำลัง
- (10) นักศึกษาได้รู้จักถึงเทคโนโลยีใหม่ด้านพลังงานไฟฟ้าและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์

3(3-0-6)

(Robotic Control System and Artificial Intelligence)

วิชาบังคับก่อน : MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม

Prerequisite : MATH2101 Essential Engineering Mathematics

การออกแบบระบบควบคุมแบบพีไอดี การควบคุมแบบดิจิทัล การคำนวณกรอบอ้างอิงของหุ่นยนต์ จลนคณิตศาสตร์แขนงกลแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับ การควบคุมตำแหน่งแขนหุ่นยนต์ และระบบปัญญาประดิษฐ์

PID controller design; Digital control; Robot reference frames; Forward and invert kinematic; Robot position control; Internet of thing; AI systems

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจผลตอบสนองของระบบพลวัต
- (2) สามารถออกแบบระบบควบคุมพีไอดีแบบระบบต่อเนื่องทางเวลา
- (3) สามารถแปลงระบบระบบต่อเนื่องทางเวลาเป็นระบบไม่ต่อเนื่องทางเวลา
- (4) คำนวณหากรอบอ้างอิงของหุ่นยนต์ได้
- (5) คำนวณหาตำแหน่งของหุ่นยนต์ด้วยวิธีจลนคณิตศาสตร์แขนงกลแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับ
- (6) ออกแบบระบบควบคุมตำแหน่งของหุ่นยนต์
- (7) สามารถควบคุมระบบควบคุมผ่านระบบเครือข่ายไร้สายและอินเทอร์เน็ตได้
- (8) สามารถโปรแกรมระบบควบคุมแบบปัญญาประดิษฐ์

MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร**3(3-0-6)****(Entrepreneurship for Engineers)**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

Prerequisite : None

ศึกษาทฤษฎีจัดการสมัยใหม่ การเป็นผู้ประกอบการ การเป็นสตาร์ทอัพ (Start-up) หัวหน้างาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการกับคน ทรัพยากร และการจัดการองค์กรของระบบการผลิตและการบริการ ระบบการจัดการนวัตกรรมในองค์กร รวมถึงการบริหารโรงงาน รูปแบบของธุรกิจสมัยใหม่ การสร้างกลยุทธ์ธุรกิจ การหาแหล่งทุน พื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์ทางวิศวกรรม การเงินและการตลาดโดยใช้ทฤษฎีและเครื่องมือสมัยใหม่ การเพิ่มผลผลิตทางวิศวกรรม กฎหมายแรงงาน กฎหมายอุตสาหกรรม รวมถึงข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการค้าทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ

Principles and theories in modern management; Entrepreneurship, startup, manager and relate, team work, human relationship management, resource and organization management system consisted by production service and innovation. factory management, traditional and modern business model and strategy, capital funding and marketing via modern theories and tools; Improve productivity; Laws of labor, industrial and other related in domestic and international

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจที่มาความหมายและความสำคัญของการจัดการวิศวกรรมสมัยใหม่
- (2) เข้าใจลักษณะของธุรกิจประเภทต่าง รวมถึงสามารถกำหนดกลยุทธ์ธุรกิจให้เหมาะสม
- (3) เข้าใจหลักการการทำงานเป็นทีม การเป็นผู้นำ การจัดการกับคน และทรัพยากร
- (4) เข้าใจ การเป็นหัวหน้างาน การเป็นผู้ประกอบการ และการเป็นผู้ประกอบการใหม่
- (5) เข้าใจและสามารถอธิบาย รูปแบบองค์กร โครงสร้างองค์กร การบริหารงาน การจัดการนวัตกรรมในองค์กร
- (6) เข้าใจ และอธิบาย รูปแบบทางธุรกิจ การสร้างกลยุทธ์ธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ การเงินและการหาแหล่งทุนเบื้องต้น
- (7) เข้าใจและอธิบายเทคนิคการเพิ่มผลผลิต ด้วยเครื่องมือสมัยใหม่ เทคนิคในการบริหารงานวิศวกรรม ด้วย lean 6sigma
- (8) เข้าใจและอธิบายกฎหมายและสิทธิประโยชน์ด้านการค้าที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจด้านการผลิตและบริการ กฎหมายอุตสาหกรรม และ พาณิชยกรรม เบื้องต้น

MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล**3(0-6-3)****(Mechanical Engineering Laboratory)**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

Prerequisite : None

การศึกษาเชิงปฏิบัติการผ่านการทดลองที่เกี่ยวกับ พลศาสตร์ กลศาสตร์วัสดุ กลศาสตร์ของไหล และอุณหพลศาสตร์

Experimental studies via laboratory practice on dynamics, mechanics of materials, fluid mechanics and thermodynamics

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจ และประยุกต์ทฤษฎีพื้นฐานทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (2) เข้าใจหลักการและข้อกำหนดพารามิเตอร์ในการปฏิบัติ

- (3) มีทักษะการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการทดลอง
- (4) ตระหนักถึงความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และความปลอดภัยในการทดลอง

MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น

0(9 ชั่วโมง)

(Preliminary Project Design)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

กิจกรรมนี้ซึ่งเรียกว่าโครงการ “กล้าพัฒนา” จะมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิค สำหรับโครงการออกแบบวิศวกรรมเบื้องต้น พัฒนาความสามารถในการนำเสนอผลงาน รวมทั้งการเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมในการนำเสนอผลงานของ

This activity, known as “Kla-pat”, emphasizes the enhancement of student’ creative thinking skills as well as ability to apply technical knowledge for a basic engineering design project. Furthermore, it aims to develop student’ presentation skills including the ability to choose appropriate media in presenting their projects.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการออกแบบเชิงวิศวกรรมเบื้องต้นอย่างเป็นระบบ
- (2) มีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพกับสมาชิกในกลุ่ม
- (3) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน และดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน
- (4) มีความสามารถในการอธิบายเหตุผลถึงความจำเป็นในการแสวงหาความรู้ใหม่และใช้ความรู้นั้นในการสร้างสรรค์ผลงาน
- (5) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน สามารถเลือกวิธีการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์

0(9 ชั่วโมง)

(Critical Project Design)

วิชาบังคับก่อน : MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น

Prerequisite : MUTA0001 Preliminary Project Design

กิจกรรมนี้ซึ่งเรียกว่าโครงการ “พัฒนาพลัส” จะมุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ความรู้เชิงวิศวกรรมบนพื้นฐานของความเป็นไปได้และสามารถใช้งานได้จริง ตลอดจนไม่ขัดต่อจรรยาบรรณวิชาชีพ นอกจากนี้นักศึกษาจะได้ฝึกฝนทักษะการบริหารเวลา การบริหารคน การบริหารต้นทุน การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี การทำงานเป็นทีม การจัดการข้อโต้แย้งต่างๆ และมีความสามารถในการเลือกสื่อที่เหมาะสมในการนำเสนอผลงาน นักศึกษาต้องผ่านรายวิชา MUTA0002 จึงจะสามารถลงทะเบียนวิชา MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่อง 1 หรือวิชา COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล ในชั้นปีสุดท้ายต่อไปได้

This activity, known as “Pat-plus” Project, emphasizes the enhancement of student’ creativity in the utilization of engineering knowledge for practical real-world application in accordance with professional ethics. Furthermore, this project aims to develop management skills: time management, people management, cost management, followership and leadership skills, teamwork skills, argumentative skills and presentation skills including the ability to choose appropriate media in their presentation. The student must

pass this course before registering for MECH0490 Mechanical Engineering Project I or COOP0011 Co-Operative Educations in Mechanical Engineering in their final year of study.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการออกแบบงานเชิงวิศวกรรมและนวัตกรรม
- (2) มีความสามารถในการอธิบายเหตุผลถึงความจำเป็นในการแสวงหาความรู้ใหม่และใช้ความรู้นั้นในการสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรม
- (3) มีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพกับสมาชิกในกลุ่ม
- (4) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผนงาน และดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน
- (5) มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมโดยคำนึงถึงผลกระทบในบริบทของโลก เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม
- (6) นักศึกษาได้พัฒนาทักษะการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน สามารถเลือกวิธีการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1

2(0-6-3)

(Mechanical Engineering Project I)

วิชาบังคับก่อน : MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์

ข้อกำหนด : มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต ด้วยคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 1.95

Prerequisite : MUTA0002 Critical Project Design

Requirement : Accumulative credit must not be less than 103 credits with GPA not lower than 1.95.

เทคนิคในการเขียนโครงร่างปริญญานิพนธ์ ปริญญานิพนธ์ การรวบรวมข้อมูล การค้นคว้าเอกสารอ้างอิง การรวบรวมผลงานตีพิมพ์ หรือรายงานที่อยู่ในความสนใจของนักศึกษา และเกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการที่จะทำต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อโครงการเพื่อ

- ก. ศึกษาหาความเป็นไปได้ของโครงการ
- ข. ศึกษาหาความรู้พื้นฐานและภูมิหลังเกี่ยวกับโครงการ
- ค. วางแผนการวิจัยและพัฒนาโครงการทั้งทางด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ
- ง. พิจารณาถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับ เมื่อโครงการประสบผลสำเร็จทั้งทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม
- จ. เขียนรายงานส่งอาจารย์ที่ปรึกษาตามหัวข้อที่ได้กล่าวมาแล้วพร้อมทั้งสอบปากเปล่า โดยอาจจะมีการทดลอง หรือพัฒนาโครงการล่วงหน้าไปได้

Techniques of writing proposal; Bachelor thesis; Data collection; Bibliography research; Discussion relating theories and information from selected scientific articles. Research works related to the areas of mechanical engineering under the guidance of department members; The student has to perform; as follows:

- a. Study the feasibility of the project
- b. Study and investigate basic knowledge and background related to the project
- c. Research planning and project development both in theory and practice side
- d. Consideration of advantage of doing the project including technology; economics; and social aspects

- e. Final report submission and oral presentation exam are required as part of the evaluation; the preliminary experimental results in the report should be preferred

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจ
- (2) สืบค้น วิเคราะห์ และตั้งสมการ หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจ
- (3) ออกแบบกระบวนการ ระบบ หรือชิ้นงาน เพื่อนำไปสู่แก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจ
- (4) มีทักษะในการวางแผนเพื่อจัดการกำลังคน กำหนดบทบาทหน้าที่ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้ง มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น รวบรวม จัดเรียงหมวดหมู่และจัดลำดับความสำคัญ รวมทั้งใช้หลักของเหตุและผล ในการคัดกรองข้อมูลที่สำคัญ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจ
- (5) มีทักษะการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจ โดยคำนึงถึงผลกระทบทางด้านอื่นๆ ประกอบ เช่น ด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม กฎหมาย และสิ่งแวดล้อม
- (6) มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจัดทำรายงานหรือเขียนรูปเล่มปริยญาณิพนธ์ โดยมีรูปแบบที่สอดคล้องกับที่ภาควิชากำหนดและมีเนื้อหาที่ถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอนที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ด้วยการคัดสรรรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม รวมทั้งการตอบคำถามที่ถูกต้องชัดเจน
- (7) ใช้หลักของเหตุและผล เพื่อประเมินผลกระทบต่างๆ ทั้งทางสังคม ความปลอดภัย ชีวอนามัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม
- (8) มีวิสัยทัศน์ในการออกแบบและแก้ไขปัญหายุ่งยากที่ยั่งยืนสำหรับปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจ
- (9) มีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาขีดความสามารถของตนเองหรือของกลุ่ม ในการแก้ไขปัญหาแบบองค์รวม

MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2

2(0-6-3)

(Mechanical Engineering Project II)

วิชาบังคับก่อน : สอบผ่าน MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1

Prerequisite : MECH0490 Mechanical Engineering Project I

ศึกษา ค้นคว้า ทดลองและพัฒนาโครงการที่ได้เสนอไว้แล้วในโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 โดยจะต้องส่งปริยญาณิพนธ์ พร้อมทั้งสอบปากเปล่าเมื่อจบภาคการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย

- ก. ภูมิหลังอันเกี่ยวข้องกับโครงการ
- ข. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ค. วิธีออกแบบโครงการ รวมทั้งวิธีการทดลอง
- ง. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์
- จ. พิจารณาถึงข้อผิดพลาดต่างๆ และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อเนื่อง

Study; investigate; Experiment and develop the project that the student has proposed in Mechanical Engineering Project I. Final bachelor thesis submission and oral presentation exam at the end of the semester are required as part of the evaluation; The thesis outline consists of

- a. General background related to the project
- b. Theory and related research
- c. Project design and experimental procedures
- d. Summary of the project results and discussions

e. Error consideration and recommendation for further research

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1
- (2) สืบค้น วิเคราะห์ และตั้งสมการ หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1
- (3) ออกแบบกระบวนการ ระบบ หรือชิ้นงาน เพื่อนำไปสู่แก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1
- (4) มีทักษะในการวางแผนเพื่อจัดการกำลังคน กำหนดบทบาทหน้าที่ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้ง มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น รวบรวม จัดเรียงหมวดหมู่และจัดลำดับความสำคัญ รวมทั้งใช้หลักของเหตุและผล ในการคัดกรองข้อมูลที่จำเป็น เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1
- (5) มีทักษะการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 โดยคำนึงถึงผลกระทบทางด้านอื่นๆ ประกอบ เช่น ด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม กฎหมาย และสิ่งแวดล้อม
- (6) มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจัดทำรายงานหรือเขียนรูปเล่มปริญญานิพนธ์ โดยมีรูปแบบที่สอดคล้องกับที่ภาควิชากำหนดและมีเนื้อหาที่ถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอนที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ด้วยการคัดสรรรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม รวมทั้งการตอบคำถามที่ถูกต้องชัดเจน
- (7) ใช้หลักของเหตุและผล เพื่อประเมินผลกระทบต่างๆ ทั้งทางสังคม ความปลอดภัย ชีวอนามัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม
- (8) มีวิสัยทัศน์ในการออกแบบและแก้ไขปัญหาแบบยั่งยืนสำหรับปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากโครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1
- (9) มีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาขีดความสามารถของตนเองหรือของกลุ่ม ในการแก้ไขปัญหาแบบองค์รวม

INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม

0(240 ชั่วโมง)

(Industrial Internship)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

พื้นความรู้ : มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต ด้วยคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 1.95

Prerequisite : None

Requirement: Accumulative credit must not be less than 103 credits with GPA not lower than 1.95.

นักศึกษาทุกคนต้องผ่านการฝึกงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในห้องปฏิบัติการมาตรฐานที่ทางมหาวิทยาลัยรับรอง ในช่วงภาคฤดูร้อนระหว่างชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ติดต่อกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีประสบการณ์พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานและวิธีปฏิบัติตัวในโรงงานอุตสาหกรรม นักศึกษาต้องส่งรายงานการฝึกงานเมื่อเสร็จสิ้นการฝึกงาน

The student has to do a practical training in industries as arranged and supervised by the department; The student must do industrial training at least 6 weeks continuously during a summer term of the third or fourth year of her/his study. A written report must be submitted to the department.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีความสามารถในการระบุปัญหา สร้างแนวทางในการแก้ปัญหา และแก้ปัญหาทางวิศวกรรมในสาขาที่ตนเองเรียนในสถานที่ฝึกงาน
- (2) มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ในวิศวกรรมสาขาที่ตนเองเรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ตอบสนองความต้องการของสถานที่ฝึกงาน
- (3) มีความสามารถในการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพกับกลุ่มเป้าหมายในสถานที่ฝึกงาน
- (4) มีความสามารถในการทำงานเป็นทีมอย่างมีประสิทธิภาพในระหว่างการฝึกงาน
- (5) มีความสามารถในการบ่งชี้ถึงความรับผิดชอบทางจริยธรรมและความมีจรรยาบรรณในวิชาชีพ ในระหว่างการฝึกงาน
- (6) สามารถเพิ่มพูนทักษะและประสบการณ์พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานและวิธีปฏิบัติตัวในโรงงานอุตสาหกรรม

MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล

2(0-6-3)

(Co-operative Mechanical Engineering Project)

วิชาบังคับก่อน : MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์

ข้อกำหนด : มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 109 หน่วยกิต ด้วยคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 1.95

Prerequisite : MUTA0002 Critical Project Design

Requirement : Accumulative credit must not be less than 109 credits with GPA not lower than 1.95.

ศึกษา ค้นคว้า และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาของสถานประกอบการที่นักศึกษาจะเข้าร่วมในวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกลในภาคการศึกษาถัดไป โดยจะต้องส่งรายงานโครงการสหกิจและนำเสนอผลงานต่อคณาจารย์ในสาขาวิชา เพื่อการประเมินผลเมื่อจบภาคการศึกษา การวัดผลจะประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์นิเทศ และพนักงานที่ปรึกษา โดยส่วนประกอบของรายงานโครงการสหกิจ ประกอบด้วย

- ก. ภูมิหลังอันเกี่ยวข้องกับโครงการ เป้าหมายและขอบเขตในการแก้ปัญหา
- ข. การสำรวจงาน หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- ค. วิธีออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรม
- ง. เกณฑ์ วิธีวัด และการประเมินผล

Study, investigate, and introduce the problem-solving guideline for the collaborated workplace where the student is going to work as a temporary staff member during co-operative education in mechanical engineering programme in the next semester. The student has to submit a co-operative project report and present his/her performance results to the department committee for the assessment which is evaluated by student's supervisor, the supervising faculties and job supervisor(s) based on student's performance on the assigned work. The co-operative project report consists of

- a. General background related to the project, target(s) and limits of problem solving
- b. Survey of related works, principles and theories
- c. Engineering design of problem-solving guideline
- d. Criteria, measurement methods and evaluation

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (2) สืบค้น วิเคราะห์ และตั้งสมการ หรือสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (3) ออกแบบกระบวนการ ระบบ หรือชิ้นงาน เพื่อนำไปสู่แก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (4) มีทักษะในการวางแผนเพื่อจัดการกำลังคน กำหนดบทบาทหน้าที่ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้ง มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการสืบค้น รวบรวม จัดเรียงหมวดหมู่และจัดลำดับความสำคัญ รวมทั้งใช้หลักของเหตุและผล ในการคัดกรองข้อมูลที่สำคัญ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (5) มีทักษะการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อทางด้านอื่นๆ ประกอบ เช่น ด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม กฎหมาย และสิ่งแวดล้อม
- (6) มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อจัดทำรายงานหรือเขียนรูปเล่มปริญญาานิพนธ์ โดยมีรูปแบบที่สอดคล้องกับที่ภาควิชากำหนดและมีเนื้อหาที่ถูกต้อง กระชับ ชัดเจน และมีลำดับขั้นตอนที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ด้วยการคัดสรรรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม รวมทั้งการตอบคำถามที่ถูกต้องชัดเจน
- (7) ใช้หลักของเหตุและผล เพื่อประเมินผลกระทบต่างๆ ทั้งทางสังคม ความปลอดภัย ชีวอนามัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม
- (8) มีวิสัยทัศน์ในการออกแบบและแก้ไขปัญหายุ่งยากสำหรับปัญหาทางวิศวกรรมที่สนใจต่อจากวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล
- (9) มีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาขีดความสามารถของตนเองหรือของกลุ่ม ในการแก้ไขปัญหาแบบองค์รวม

COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล

8(360 ชั่วโมง)

(Co-Operative Educations in Mechanical Engineering)

วิชาบังคับก่อน : สอบผ่านวิชา MECH0492 โครงการงานสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล

Prerequisite : MECH0492 Co-operative Mechanical Engineering Project

การศึกษารายได้การดูแลร่วมกันระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ เพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับประสบการณ์การทำงานจริง โดยนักศึกษาจะได้นำประสบการณ์ที่ได้มาปรับปรุงตนเองให้เป็นวิศวกรที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและนำไปสู่แนวความคิดและความสามารถเชิงปฏิบัติได้อย่างแท้จริง สามารถนำองค์ความรู้ไปสู่การพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม นักศึกษาจะต้องเข้าปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรหรือเทียบเท่า ในลักษณะพนักงานชั่วคราวภายใต้การกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดจากพนักงานหรือวิศวกรที่ปรึกษาของสถานประกอบการ เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานแล้ว นักศึกษาจะต้องนำเสนอรายงานและนำเสนอต่อคณะกรรมการสาขาวิชาเพื่อการประเมินผล การวัดผลจะประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์นิเทศ และพนักงานที่เป็นที่ปรึกษา

The co-operative education, under the direction and supervision of the university and the participating workplaces, is aimed to integrate classroom learning with real working experience to enable students to apply the experience gained to improve themselves to be professional engineers. This approach equips students with conceptual ideas and practical skills that lead them to apply the knowledge to develop

innovations which are in accordance with the needs of the industrial sectors. Students have to work full time in the workplaces in the position of assistant engineers or equivalent as temporary employees. They work under the closed supervision of engineers or workplace supervisors. Upon the completion of the work, students have to submit a co-operative report to the department committee to evaluate the student's work performance. The performance is also evaluated, based on the assigned work and the quality of co-operative report, by their advisors, department supervisors and workplace supervisors.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายลักษณะของงานในความรับผิดชอบ และขอบเขตของการทำงาน โดยไม่มีการละเมิดสิทธิของบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- (2) อธิบายองค์ความรู้และทักษะที่ได้รับจากการทำงาน โดยไม่มีการละเมิดสิทธิของบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- (3) อธิบายถึงการประยุกต์ใช้องค์ความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้จากหลักสูตร ในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย
- (4) แสดงออกถึงความรับผิดชอบต่องาน และการจัดการงานที่ดี
- (5) แสดงออกถึงความมีจริยธรรมและคุณธรรมในการทำงานที่ดีได้แก่ การรักษาเวลา ความเคารพต่อผู้อื่น และการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี เป็นต้น

(4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก

4.1) แขนงวิชาพลวัตและระบบ

MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด

3(3-0-6)

(Measurement and Instrumentations)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

หลักการพื้นฐานของระบบเครื่องมือวัด หลักการวัดปริมาณที่ใช้ในทางวิศวกรรมเครื่องกล ได้แก่ แรง ความดัน อุณหภูมิ การกระจัดและอัตราไหล ความถูกต้องและความเชื่อถือได้ของการวัด อุปกรณ์แสดงผลการวัด ตัวรับรู้สัญญาณ การตอบสนองเชิงพลวัตของระบบเครื่องมือวัด การวัดทางกลด้วยวิธีทางดิจิทัล การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ การสอบเทียบเครื่องมือวัด

Basic principles of instrumentation system; Principles of measurement used in mechanical engineering: force, pressure, temperature, displacement and flow rate; accuracy and reliability of measurement; Display devices for the measured output; Sensors; Dynamic response of measuring systems; Digital techniques in mechanical measurements; Statistical analysis of errors; Instrument calibration

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายระบบการวัดพื้นฐาน
- (2) สามารถวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติ
- (3) เข้าใจคุณลักษณะของสัญญาณที่ขึ้นกับเวลา
- (4) เข้าใจการตอบสนองของระบบการวัด
- (5) สามารถวิเคราะห์ระบบปรับแต่งสัญญาณ
- (6) เข้าใจระบบการวัดทางกลด้วยวิธีทางดิจิทัล
- (7) อธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดทางกล เช่น แรง ความดัน อุณหภูมิ เป็นต้น
- (8) วิเคราะห์เครื่องมือวัดทางกล เช่น แรง ความดัน อุณหภูมิ เป็นต้น

- (9) อธิบายความหมายของมาตรวิทยาได้
- (10) อธิบายหลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดเบื้องต้นและความสามารถสอบกลับได้
- (11) ประเมินความไม่แน่นอนของการวัดได้
- (12) ตระหนักถึงความจำเป็นการสอบเทียบเครื่องมือวัด

MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม

3(3-0-6)

(Engineering Optimization)

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

Prerequisite : None

กำหนดสมการหลักของปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด แนวคิดพื้นฐานการหาค่าเหมาะสมที่สุด เทคนิคในการหาค่าเหมาะสมที่สุด การหาค่าเหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันตัวแปรเดียว และหลายตัวแปรที่ไม่มีสมการบังคับและมีสมการบังคับ การแก้ปัญหาในโปรแกรมเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น การหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีสมการแสดงความต้องการหลายสมการ การหาค่าเหมาะสมที่สุดที่มีระดับความเหมาะสมหลายระดับ การประยุกต์การหาค่าเหมาะสมที่สุดกับปัญหาทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล

Optimum design problem formulation; Basic optimization concepts; Optimization techniques; Classical optimization techniques; Single variable optimization; Multivariable optimization with no constraint and with constraints; Linear programming; Nonlinear programming; Multi-objective optimization; Multi-level optimization; Applications of optimization to mechanical engineering problems

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายแนวคิดพื้นฐานการหาค่าเหมาะสมที่สุด
- (2) กำหนดสมการหลักของปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุด
- (3) สามารถหาค่าเหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีการกราฟ
- (4) วิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาค่าจุดต่ำสุดทั้งที่มีแบบเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไขในการออกแบบ
- (5) สามารถหาจุดต่ำสุดของฟังก์ชันตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร
- (6) สามารถหาจุดต่ำสุดของฟังก์ชันหลายตัวแปร สำหรับสมการบังคับและไม่บังคับ
- (7) ตระหนักถึงความจำเป็นในเรื่องการคำนวณด้วยวิธีการเชิงตัวเลข

4.2) แขนงวิชาของแข็งและการออกแบบ

MECH0335 Applied Mechanics of Materials

3(3-0-6)

กลศาสตร์วัสดุประยุกต์

วิชาบังคับก่อน: MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ

Prerequisite : MECH0230 Mechanics of Materials

ความเค้นหนาแน่น ความเค้นดัดในคานประกอบและคานโค้ง การดัดแบบไม่สมมาตร การแปลงรูปความเครียดในระนาบวงกลมของมอห์ร์ ความเค้นหลักใน 3 มิติ การโก่งตัวของคานด้วยวิธีซิงกูลาร์ริตี้ วิธีพลังงานความเครียด และทฤษฎีของแคสทิเกิลีโยนส์ การแก้ปัญหาการระกระแทกด้วยวิธีพลังงาน

Stress concentrations; Bending stress in composite beam and curved beam; Unsymmetrical bending; transformation of plane strain; Mohr's circle; principal stresses in 3 dimension; Deflection of beam by

singularity method, strain energy method, and Castigliano's theorem; Impact problem solving by energy method

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จำแนกและบอกลักษณะเด่นของความเค้นแต่ละประเภท รวมทั้งอธิบายผลกระทบของความเค้นหนาแน่น
- (2) เขียนสมการและคำนวณหาความเค้นบนคานประกอบ คานโค้ง และหาความเค้นดัดแบบไม่สมมาตร
- (3) อธิบายการแปลงรูปความเครียดในระนาบ และใช้คอมพิวเตอร์เพื่อหาความเค้นหลักจาก Mohr's circle พร้อมกับประยุกต์ผลลัพธ์เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรม โดยคำนึงถึงความปลอดภัย และส่งผลกระทบต่อข้อพิจารณาอื่นๆ น้อยที่สุด
- (4) แสดงวิธีทำเพื่อแก้ปัญหาการโก่งตัวของคานด้วยวิธีซิงกูลาร์ริตี้ วิธีพลังงานความเครียด และทฤษฎีของแคสทิเกลียโนส พร้อมทั้งแปลความหมายของผลการคำนวณ
- (5) ออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาการกระแทกด้วยวิธีพลังงาน โดยคำนึงถึงความปลอดภัย และส่งผลกระทบต่อข้อพิจารณาอื่นๆ น้อยที่สุด
- (6) สรุปข้อดีและข้อเสียของการหาการโก่งตัวของคานด้วยวิธีซิงกูลาร์ริตี้ วิธีพลังงานความเครียด และทฤษฎีของแคสทิเกลียโนส

MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น

3(3-0-6)

(Introduction to Finite Element Analysis)

วิชาบังคับก่อน: MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

Prerequisite : MECH0301 Numerical Methods for Mechanical Engineering

การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น; สมการ 1 มิติของ เอลิเมนต์สปริงคองที่ เอลิเมนต์ชิ้นต่อโยงคองที่ การจำลองระบบของเอลิเมนต์คองที่ 1 มิติ และการหาค่าตอบของระบบของเอลิเมนต์คองที่ 1 มิติ; สมการ 2 มิติของเอลิเมนต์คองที่ การจำลองระบบของเอลิเมนต์คองที่ 2 มิติ และการหาค่าตอบของระบบของเอลิเมนต์คองที่ 2 มิติ; Spread sheet ในการดำเนินการกับเมตริก กระบวนการจัดเตรียม การหาค่าตอบ กระบวนการขึ้นปลาย

Basics of finite element analysis; 1D formulation of constant spring element and truss element, modelling with 1D constant element systems, and solving of 1D constant element systems; 2D formulation of constant element, modelling with 2D constant element systems, and solving of 2D constant element systems; Using of spread sheet on basics matrix operations, pre-processing, solving and post-processing

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจทฤษฎีและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ขั้นพื้นฐาน 1 มิติ และ 2 มิติ
- (2) นำทฤษฎีและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องมาใช้วิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์ขั้นพื้นฐาน 1 มิติ และ 2 มิติ
- (3) เข้าใจการทำงานบน Spread sheet ที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ขั้นพื้นฐาน
- (4) นำทักษะและข้อกำหนดของ Spread sheet ที่เกี่ยวข้องมาใช้วิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์ขั้นพื้นฐาน
- (5) ตระหนักถึงการนำไปโปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้วิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์ในงานวิศวกรรม

MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด

3(3-0-6)

(Design of Parts and Injection Molds)

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

Prerequisite : None

กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สมบัติสำคัญของวัสดุสำหรับการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ฉีด ปัญหาที่มักเกิดในการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ การทดสอบสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ กระบวนการออกแบบแม่พิมพ์ในงานอุตสาหกรรม วัฏจักรการฉีด

รูปด้วยแม่พิมพ์ เครื่องฉีดขึ้นรูป โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบแม่พิมพ์ ชิ้นส่วนแม่พิมพ์และชิ้นส่วนมาตรฐาน การทดสอบแม่พิมพ์ และการวิเคราะห์ต้นทุน

Process of industrial product design; Material properties for injection molding; A common problem in the injection-molded products; Performance test of prototype; Process of industrial mold design; Injection molding cycle; Injection machine; Structure and function of mold component; Mold parts and standard parts; Mold tryout and cost analysis

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายหัวใจการผลิตและกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ในทางอุตสาหกรรม
- (2) แจกแจงชนิดของยางและพลาสติก อธิบายสมบัติที่จำเป็นต่อการฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติก พร้อมทั้งเขียนวัฏจักรการฉีดขึ้นรูป
- (3) ออกแบบผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติกอย่างง่ายภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการ
- (4) อธิบายสาเหตุและวิธีแก้ไขข้อบกพร่องหรือตำหนิบนผลิตภัณฑ์ยางและพลาสติก
- (5) อธิบายกระบวนการออกแบบแม่พิมพ์ในทางอุตสาหกรรม
- (6) อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีด
- (7) ออกแบบแม่พิมพ์ฉีดอย่างง่ายภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการ
- (8) อธิบายกระบวนการทดสอบแม่พิมพ์ โดยคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูล ความรวดเร็ว ความประหยัด ความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ
- (9) อธิบายวิธีการคำนวณต้นทุนและเทคนิคการลดต้นทุนแม่พิมพ์

4.3) แขนงวิชาของไหล

MECH0450 Aerodynamics

3(3-0-6)

อากาศพลศาสตร์

วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไหล

Prerequisite : MECH0210 Fluid Mechanics

แรงและโมเมนต์ทางอากาศพลศาสตร์ ศูนย์กลางความดัน การไหลเชิงศักย์ แรงยกจากการไหลผ่านทรงกระบอก การไหลอัดตัวไม่ได้ผ่านแพนอากาศ การไหลอัดตัวไม่ได้ผ่านปีกที่มีความยาวจำกัด

Aerodynamic forces and moments, center of pressure; Potential flow, lifting flow over a cylinder; Incompressible flow over airfoils; Incompressible flow over finite wings

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายความรู้พื้นฐานของ แรงยก แรงต้าน และแรงขับ ได้
- (2) อธิบายแรงและโมเมนต์ทางอากาศพลศาสตร์ได้
- (3) อธิบายจุดศูนย์กลางความดันได้
- (4) อธิบาย Stream function และ Velocity potential ได้
- (5) ประยุกต์ใช้การไหลพื้นฐานและการนำเอาการไหลพื้นฐานมาซ้อนกันได้
- (6) อธิบายการไหลอัดตัวไม่ได้ผ่านแพนอากาศได้
- (7) อธิบายการไหลอัดตัวไม่ได้ผ่านปีกที่มีความยาวจำกัดได้

MECH0455 กังหันแก๊ส

3(3-0-6)

(Gas Turbine)

วิชาบังคับก่อน : MECH0210 กลศาสตร์ของไหล

Prerequisite : MECH0210 Fluid Mechanics

ชนิดของเครื่องยนต์และการทำงาน วัฏจักรของกังหันแก๊ส การปรับปรุงสมรรถนะของกังหันแก๊ส เครื่องยนต์กังหันแก๊สที่ใช้กับเครื่องบิน อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกังหันแก๊ส

Types of engine and working; gas turbine cycle; Improvement of gas turbine performance; Gas turbine for airplane; Gas turbine accessory

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกชิ้นส่วนของเครื่องยนต์กังหันแก๊สพื้นฐาน
- (2) อธิบายการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊สส่งกำลัง
- (3) คำนวณหากำลังและประสิทธิภาพของกังหันแก๊สส่งกำลัง
- (4) บอกชิ้นส่วนของเครื่องยนต์กังหันแก๊สสำหรับอากาศยาน
- (5) อธิบายการทำงานของเครื่องยนต์กังหันแก๊สสำหรับอากาศยาน
- (6) คำนวณหากำลังและประสิทธิภาพของกังหันแก๊สสำหรับอากาศยาน
- (7) ตระหนักผลกระทบทางเสียงของเครื่องยนต์

4.4) แขนงวิชาความร้อน**MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน**

3(3-0-6)

(Internal Combustion Engines)

วิชาบังคับก่อน : MECH0220 อุณหพลศาสตร์

Prerequisite : MECH0220 Thermodynamics

บทนำสู่ปฏิกิริยาเคมีอย่างง่าย การจุดระเบิดเองและการสันดาปด้วยแรงการแพร่ของเปลวไฟแบบการไหลราบเรียบและแบบการไหลปั่นป่วน วัฏจักรอากาศมาตรฐานและวัฏจักรจริง เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายใน เครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟและเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยกำลังอัด วัฏจักรเชื้อเพลิงอากาศในอุดมคติ การเพิ่มปริมาณอากาศเข้าห้องเผาไหม้โดยการเพิ่มความดันในท่อร่วมไอดี การขับเคลื่อนไอเสียออกจากห้องเผาไหม้ด้วยไอดี การทดสอบสมรรถนะ การหล่อลื่น

Introduction to simple chemical reactions; Self-ignition and combustion with flame propagation in laminar and turbulent flow; Air standard cycles and real cycles; Fuels for internal combustion engines; Spark-ignition and compression-ignition engines; Ideal fuel air cycle; Supercharging and scavenging; Performance testing; Lubrication

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำหลักการทำงานของเครื่องยนต์ สมรรถนะและการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์
- (2) คำนวณสมรรถนะต่างๆของเครื่องยนต์ได้
- (3) มีความรู้และเข้าใจในการประยุกต์เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ได้
- (4) มีความรู้และเข้าใจวัฏจักรอากาศมาตรฐาน วัฏจักรออตโต ดีเซล และวัฏจักรผสม
- (5) คำนวณ ความดัน อุณหภูมิ และปริมาตรภายในกระบอกสูบ ในแต่ละสถานะของวัฏจักรได้
- (6) เข้าใจหลักการดูดสมการปฏิกิริยาทางเคมี เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับเชื้อเพลิงชนิดต่างๆได้

- (7) อธิบายการจุดระเบิดด้วยตัวเองของเชื้อเพลิงได้
- (8) คำนวณอัตราส่วนผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศ และอัตราส่วนสมมูลของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดได้
- (9) ตระหนักถึงผลกระทบของมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
- (10) เข้าใจหลักการของระบบหล่อลื่นภายในเครื่องยนต์
- (11) มีความรู้และสามารถดัดแปลงคุณสมบัติของน้ำมันหล่อลื่นเพื่อประยุกต์ใช้กับเครื่องยนต์ได้
- (12) คำนวณ แรงกระทำ และแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในเครื่องยนต์ได้

MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

3(3-0-6)

(Design of Heat Exchanger)

วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไหล, MECH0220 อุณหพลศาสตร์

Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics, MECH0220 Thermodynamics

กลไกการถ่ายเทความร้อนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม การวิเคราะห์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกท่อและแบบท่อซ้อนกัน การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยวิธีผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบลอการิทึม (LMTD) และวิธีประสิทธิภาพ NTU (ϵ -NTU) การเพิ่มการถ่ายเทความร้อน สมรรถนะเชิงความร้อน

Mechanisms of heat transfer in heat exchanger; Overall heat transfer coefficient; Analysis of shell and tube and double pipe heat exchangers; Design of heat exchanger with log mean temperature difference (LMTD) and effectiveness NTU (ϵ -NTU) method; Heat transfer enhancement; Thermal performance

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีความรู้ความเข้าใจประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และองค์ความรู้ทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่เกี่ยวข้อง
- (2) ประยุกต์ใช้กฎอนุรักษ์พลังงาน การเปลี่ยนแปลงพลังงานภายใน และเอนทัลปี คุณสมบัติพื้นฐานของของไหล การไหลของของไหล สมการต่อเนื่อง การสูญเสียภายในท่อ กำลังของไหล สมการเบอร์นูลลีกับเครื่องจักรกลของไหลได้
- (3) รู้วิธีการออกแบบของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและสมการพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ
- (4) การวิเคราะห์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดท่อซ้อนและเปลือก สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
- (5) การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยวิธีผลต่างอุณหภูมิเฉลี่ยแบบลอการิทึม และประสิทธิภาพ NTU
- (6) การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อซ้อนกัน
- (7) การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ
- (8) การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลตัดกัน
- (9) สามารถหาความรู้เพิ่มเติมและนำเสนอระบบที่เกี่ยวข้องกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้

MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล

3(3-0-6)

(Solid Fuels and Biomass Combustion)

วิชาบังคับก่อน: MECH0260 อุณหพลศาสตร์

Prerequisite : MECH0260 Thermodynamics

อุณหพลศาสตร์ของการเผาไหม้ กฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ การเผาไหม้ตามปริมาณสารสัมพันธ์ ปฏิกิริยาการเผาไหม้พื้นฐาน การวิเคราะห์องค์ประกอบเชื้อเพลิง อัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงที่ใช้จริง สมดุลมวลและพลังงานสำหรับหม้อไอน้ำ เอนทัลปีของการก่อเกิดและเอนทัลปีสมบูรณ์ เอนทัลปีของการเผาไหม้ อุณหภูมิเปลวแอดเดียเบติก สมดุลทางเคมี ฟังก์ชัน Gibbs ผลิตภัณฑ์สมดุลของการเผาไหม้ การหมุนเวียนแก๊สเผาไหม้ จลนพลศาสตร์เคมีของการเผาไหม้ ปฏิกิริยาโดยรวมและปฏิกิริยาขั้น

พื้นฐาน ปฏิกริยาโดยรวมของการเผาไหม้เชื้อเพลิงไฮโดรคาร์บอน สเกลเวลาทางเคมี ออกซิเดชันของคาร์บอนมอนอกไซด์ กลไกการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง เทคโนโลยีการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง การเผาไหม้แบบเบดอยู่กับที่ การเผาไหม้แบบแขวนลอย การเผาไหม้ฟลูอิดไธด์เบด การควบคุมมลพิษจากการเผาไหม้

Thermodynamics of combustion, the 1st law of thermodynamics; Stoichiometric combustion; Basic combustion reaction; Fuel analysis; Actual air-fuel ratio; Energy and mass balance for steam generator; Enthalpy of formation and absolute enthalpy; Enthalpy of combustion; Adiabatic flame temperature; Chemical equilibrium; Gibbs function; Equilibrium composition of combustion products; Flue gas recirculation; Chemical kinetics of combustion, global and elementary reactions; Global reaction of hydrocarbon combustion; Chemical time scale; Oxidation of carbon monoxide; Solid fuel combustion mechanisms; Combustion technologies for solid fuel, fixed-bed combustion, suspension combustion; Fluidized-bed combustion; Control of pollution from combustion

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจหลักการทางอุณหพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้
- (2) เข้าใจหลักการเผาไหม้ตามปริมาณสารสัมพันธ์และปฏิกริยาการเผาไหม้พื้นฐาน
- (3) รู้วิธีวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชื้อเพลิง
- (4) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จริง
- (5) วิเคราะห์เชิงพลังงานของหม้อไอน้ำ
- (6) เข้าใจหลักการของเอนทัลปีของการก่อเกิดและเอนทัลปีสมบูรณ์
- (7) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาเอนทัลปีของการเผาไหม้และอุณหภูมิเปลวแอดิเยเบติก
- (8) เข้าใจหลักการของสมดุลทางเคมี ฟังก์ชัน Gibb และการหมุนเวียนแก๊สเผาไหม้
- (9) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาองค์ประกอบที่สภาวะสมดุลในปฏิกริยาการเผาไหม้อย่างง่าย
- (10) เข้าใจจลนพลศาสตร์เคมีของการเผาไหม้ ปฏิกริยาโดยรวมและปฏิกริยาขั้นพื้นฐานรวมไปถึงสเกลเวลาทางเคมี
- (11) รู้จักออกซิเดชันของคาร์บอนมอนอกไซด์และกลไกการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็ง
- (12) อธิบายลักษณะของเทคโนโลยีการเผาไหม้แบบต่างๆ
- (13) รู้วิธีการควบคุมมลพิษจากการเผาไหม้

4.5) แขนงวิชาการร่วมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์

3(3-0-6)

(Introduction to Automotive Engineering)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น ระบบส่งถ่ายกำลัง ยาง ระบบกันสะเทือน ระบบเบรก ระบบบังคับเลี้ยว ยานยนต์ไฟฟ้า รถยนต์ไร้คนขับ

Introduction to automotive engineering; transmission system; tires; suspension system; braking system; steering system; electric vehicles; autonomous cars.

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำนิยามและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบส่งถ่ายกำลัง

- (2) เข้าใจถึงหลักการต่างๆ ของระบบส่งถ่ายกำลัง
- (3) จดจำนิยามและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบกันสะเทือน
- (4) เข้าใจถึงหลักการต่างๆ ของระบบกันสะเทือน
- (5) ตระหนักถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบกันสะเทือนรถยนต์และสามารถประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ที่มีผลต่อความปลอดภัยในการขับขี่
- (6) จดจำนิยามและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบเบรกรถยนต์
- (7) เข้าใจถึงหลักการต่างๆ ของระบบเบรกรถยนต์
- (8) ตระหนักถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับระบบเบรกรถยนต์และสามารถประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ที่มีผลต่อความปลอดภัยในการขับขี่
- (9) จดจำนิยามและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบบังคับเลี้ยว
- (10) เข้าใจถึงหลักการต่างๆ ของระบบบังคับเลี้ยว
- (11) จดจำนิยามและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ไร้คนขับ
- (12) เข้าใจถึงหลักการต่างๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์ไร้คนขับ

**MECH0482 การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง
(Quality Control and Risk Management)**

3(3-0-6)

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

Prerequisite : None

แนวความคิดการจัดการคุณภาพ การบริหารคุณภาพโดยรวม ไตรศาสตร์ของจูราน การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ การควบคุมคุณภาพกระบวนการ 7-เครื่องมือควบคุมคุณภาพ ดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับสำหรับข้อมูลข้อมูลแอตทริบิวต์ และการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับสำหรับข้อมูลผันแปร การบริหารความเสี่ยงด้านคุณภาพและความปลอดภัยสำหรับอุตสาหกรรม

Concept of quality control; Total quality management; Juran's quality trilogy; Product quality control; Process quality control; 7-QC tools; Process capability indices; Acceptance sampling plan for attribute data; Acceptance sampling plan for variable data; Risk management for quality control and safety for industrial

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) ให้คำนิยามของคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ และการบริหารคุณภาพโดยรวม รวมทั้งเขียนไตรศาสตร์ของจูราน
- (2) อธิบายหลักการของวิธีการควบคุมคุณภาพ (QC Methodology) แบบต่างๆ
- (3) อธิบายหลักการของการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ และหลักการของการควบคุมคุณภาพกระบวนการ
- (4) ประยุกต์ใช้ 7-เครื่องมือควบคุมคุณภาพกับโจทย์ตัวอย่างสมมุติจากอุตสาหกรรมได้เหมาะสม
- (5) คำนวณหาดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ พร้อมกับแปลความหมาย
- (6) ออกแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับสำหรับข้อมูลข้อมูลแอตทริบิวต์และข้อมูลผันแปร สำหรับโจทย์ตัวอย่างสมมุติได้เหมาะสม พร้อมทั้งแปลความหมาย
- (7) อธิบายและประยุกต์ใช้การบริหารความเสี่ยงด้านคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรม
- (8) อธิบายและประยุกต์ใช้การบริหารความเสี่ยงด้านความปลอดภัยสำหรับอุตสาหกรรม

MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก**3(3-0-6)****(Design of Hydraulic and Pneumatic Systems)**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

Prerequisite : None

หลักการทํางานพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก เงื่อนไขของการประยุกต์ใช้งาน ข้อดีและข้อเสียของระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก คุณลักษณะการทํางานของระบบไฮดรอลิกและนิวแมติกในแนวหยุดนิ่งและเคลื่อนที่ อุปกรณ์ ของระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก ประสิทธิภาพการทํางานและการบำรุงรักษา

Basic principles of hydraulic and pneumatic systems; Conditions of application, advantages and disadvantages of hydraulic and pneumatic systems; characteristics for operation of hydraulic and pneumatic systems in stationary and movement lines; Devices of hydraulic and pneumatic systems; Efficiency of operation and maintenance

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจถึงหลักการทํางานนิวแมติก
- (2) เข้าใจถึงหลักการทํางานไฮดรอลิก
- (3) เข้าใจข้อดีและข้อเสียของระบบไฮดรอลิกและนิวแมติก
- (4) เข้าใจถึงหลักการทํางานของอุปกรณ์นิวแมติก
- (5) เข้าใจถึงหลักการทํางานของอุปกรณ์ไฮดรอลิก
- (6) อ่านวงจรนิวแมติกและไฮดรอลิก
- (7) เข้าใจถึงการเขียนวงจรนิวแมติกและไฮดรอลิก
- (8) เข้าใจถึงความแตกต่างของระบบนิวแมติกและไฮดรอลิก
- (9) เข้าใจถึงการเขียนวงจรนิวแมติกไฟฟ้าและไฮดรอลิกไฟฟ้า

MECH0499 หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล**3(3-0-6)****(Special Topics in Mechanical Engineering)**

วิชาบังคับก่อน:ไม่มี

Prerequisite: None

การบรรยายหัวข้อต่างๆ ที่น่าสนใจทางวิศวกรรมเครื่องกล

Lecture in various topics in focus of mechanical engineering

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจถึงความสำคัญและหลักการเทคโนโลยีวิศวกรรมวิศวกรรมเครื่องกล
- (2) สามารถนำเสนอหลักการทํางานของเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกลได้

3.2. ชื่อ สกุล ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์

3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

| ลำดับที่ | ตำแหน่งทางวิชาการ | ชื่อ - สกุล | วุฒิการศึกษา | สาขาวิชา | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ |
|----------|--------------------|-----------------------------|--------------|--|--|-------------|
| 1 | ศาสตราจารย์ | ดร.ฐานิตย์ เมธียนนท์ | ปร.ด. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2544 |
| | | | วศ.ม. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2541 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมอุตสาหการ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น | 2528 |
| 2 | รองศาสตราจารย์ | ดร.สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2549 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2543 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2538 |
| 3 | รองศาสตราจารย์ | ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ | ปร.ด. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2553 |
| | | | วศ.ม. | เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2547 |
| | | | อส.บ. | เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2545 |
| 4 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.ฐิตะพล หุยนันท์ | Ph.D. | Mechanical Engineering | University of Sheffield, UK | 2546 |
| | | | M.Sc. | Engineering and Manufacturing Management | Coventry University, UK | 2539 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2534 |
| 5 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2553 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ | 2540 |
| 6 | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ | ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2541 |

| ลำดับที่ | ตำแหน่ง ทางวิชาการ | ชื่อ - สกุล | วุฒิ การศึกษา | สาขาวิชา | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่ สำเร็จ |
|----------|------------------------|----------------------------|------------------|--|--|-----------------|
| 7 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.วายุ ช้างเจริญ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ | 2548 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมการบินและ อวกาศยาน | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2541 |
| 8 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.ภุชณี เรืองพยุงค์ศักดิ์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2561 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2540 |
| 9 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.ปรัชญา สารวยสินธุ์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2561 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2554 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |
| 10 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.อานัติ พิลา | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2562 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2554 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |
| 11 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | ดร.นุภาพ แยมไตรพัฒน์ | ปร.ด. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี | 2547 |
| | | | วศ.ม. | เทคโนโลยี การจัดการพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี | 2542 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี | 2533 |
| 12 | ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ | สรารุณี สัจวรกาญจน์ | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2559 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2541 |
| 13 | อาจารย์ | ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ | Ph.D. | Mechanical Engineering | University of Sheffield, UK | 2551 |
| | | | M.Sc. | Engineering and Manufacturing Management | Coventry University, UK | 2541 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2535 |

| ลำดับที่ | ตำแหน่ง ทางวิชาการ | ชื่อ - สกุล | วุฒิ การศึกษา | สาขาวิชา | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่ สำเร็จ |
|----------|-----------------------|----------------------------|------------------|--|--|-----------------|
| 14 | อาจารย์ | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2560 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2542 |
| 15 | อาจารย์ | ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย | 2562 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมการจัดการ อุตสาหกรรมการผลิต | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2547 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2543 |
| 16 | อาจารย์ | ดร.ประพจน์ ทศภานนท์ | วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2562 |
| | | | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2558 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |
| 17 | อาจารย์ | วชิรวิทย์ สงสุวรรณ | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2554 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2544 |
| 18 | อาจารย์ | คันธพจน์ ศรีสถิตย์ | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2546 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2541 |
| 19 | อาจารย์ | รัตติกาล สมัน | วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2564 |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2560 |

3.2.2 อาจารย์พิเศษ

| ลำดับ ที่ | ตำแหน่ง ทางวิชาการ | ชื่อ - สกุล | วุฒิการศึกษา | สาขาวิชา | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่ สำเร็จ | สถานที่ปฏิบัติงาน/ สังกัด |
|--------------|-----------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|--|-----------------|--|
| 1 | รอง ศาสตราจารย์ | ดร.จาร์วัวร์ เจริญสุข | Ph.D. | Mechanical Engineering | University of London, UK | 2540 | ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล |
| | | | วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง | 2534 | สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง |

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน หรือสหกิจศึกษา)

4.1 มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมมีความต้องการให้บัณฑิตมีประสบการณ์ในวิชาชีพก่อนเข้าสู่การทำงานจริง ดังนั้นในหลักสูตรจึงมีรายวิชาการฝึกงานอุตสาหกรรม และบังคับให้นักศึกษาทุกคนในแผนกติดตั้งทะเบียนรายวิชานี้ โดยไม่นับหน่วยกิต นอกจากนี้หลักสูตรยังได้เตรียมทางเลือกสำหรับนักศึกษาที่สนใจเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา โดยให้ลงทะเบียนรายวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกลแทน จำนวน 8 หน่วยกิต

4.2 ช่วงเวลา

ภาคการศึกษาคูร้อน ของปีการศึกษาที่ 3 สำหรับการฝึกงาน

ภาคการศึกษาที่ 1 ของปีการศึกษาที่ 4 สำหรับสหกิจศึกษา

4.3 การจัดเวลาและตารางสอน

จัดเต็มเวลาใน 1 ภาคการศึกษา

5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย

5.1 คำอธิบายโดยย่อ

รายวิชาโครงการวิศวกรรมเครื่องกลเป็นการนำองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกลทั้งหมดที่ได้ศึกษา มาใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ โดยอาจมีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและมีการนำเสนอโครงการแก่คณะกรรมการคุมสอบเพื่อพิจารณาผลงาน ซึ่งนักศึกษาต้องมีเกรดเฉลี่ยสะสมไม่น้อยกว่า 1.95 โดยหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิตสำหรับแผนปกติ และไม่น้อยกว่า 109 หน่วยกิตสำหรับแผนสหกิจศึกษา หรือได้รับการอนุมัติจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

นักศึกษามีทักษะในการทำโครงการหรืองานวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือพัฒนาความรู้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมและสามารถวิเคราะห์และเรียบเรียงผลการวิจัยได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

5.3 ช่วงเวลา

นักศึกษาชั้นปีที่ 4 สำหรับแผนปกติ ในภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 และแผนสหกิจศึกษา ในภาคการศึกษาที่ 1

5.4 จำนวนหน่วยกิต

สำหรับแผนปกติจำนวนหน่วยกิตรวม 4 หน่วยกิต โดยแบ่งเป็น 2 รายวิชา วิชาละ 2 หน่วยกิต ได้แก่วิชา MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 และวิชา MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2

แผนสหกิจศึกษา ได้แก่รายวิชา MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 2 หน่วยกิต

5.5 การเตรียมการ

สำหรับแผนปกติ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลจะประกาศหัวข้อโครงการวิศวกรรมที่น่าสนใจ พร้อมทั้งแนะนำอาจารย์ประจำที่สามารถให้คำปรึกษาในการทำโครงการแก่นักศึกษา หรือนักศึกษาเสนอหัวข้อโครงการที่อยู่ในความสนใจของตนต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนที่นักศึกษาจะลงทะเบียนเรียนในปีที่ 4 และแผนสหกิจศึกษา นักศึกษาเสนอหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการที่นักศึกษาจะเข้าร่วม ในวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกลในภาคการศึกษาถัดไป

5.6 กระบวนการประเมินผล

การประเมินผลจะพิจารณาจากความก้าวหน้าในการทำโครงการ คุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นในโครงการ การนำเสนอโครงการ ความรู้ความเข้าใจในการทำโครงการทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ และความสมบูรณ์ของปริญญานิพนธ์

หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

| คุณลักษณะพิเศษ | กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา |
|--|---|
| ด้านบุคลิกภาพ | - มีการสอดแทรกเรื่อง การแต่งกาย การเข้าสังคม เทคนิคการเจรจา สื่อสาร การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี และการวางตัวในการทำงานในบางรายวิชาที่เกี่ยวข้อง และในกิจกรรมปัจฉิมนิเทศ ก่อนที่นักศึกษาจะสำเร็จการศึกษา |
| ด้านภาวะผู้นำ และความรับผิดชอบตลอดจนมีวินัยในตนเอง | - กำหนดให้มีรายวิชาซึ่งนักศึกษาต้องทำงานเป็นกลุ่ม และมีการกำหนดหัวหน้ากลุ่มในการทำรายงาน ตลอดจนกำหนดให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอรายงาน เพื่อเป็นการฝึกให้นักศึกษาได้สร้างภาวะผู้นำและการเป็นสมาชิกกลุ่มที่ดี - มีกิจกรรมนักศึกษาที่มอบหมายให้นักศึกษาหมุนเวียนกันเป็นหัวหน้าในการดำเนินกิจกรรม เพื่อฝึกให้นักศึกษามีความรับผิดชอบ - มีกติกาที่จะสร้างวินัยในตนเอง เช่น การเข้าเรียนตรงเวลาเข้าเรียนอย่างสม่ำเสมอการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เสริมความกล้าในการแสดงความคิดเห็น |
| ความสามารถในการประยุกต์ใช้องค์ความรู้พื้นฐาน | - กำหนดให้มีการเรียนพื้นฐานต่างๆ ในชั้นปีที่ 1 และ 2 เพื่อเป็นพื้นฐานนำมาประยุกต์ใช้กับรายวิชาเฉพาะทางในชั้นปีที่สูงขึ้น - มีการจัดรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลาย ตามลักษณะการประยุกต์ใช้ในแต่ละวิชา เช่น การใช้กรณีศึกษาเป็นพื้นฐาน (Case-based learning) การใช้โครงงานเป็นพื้นฐาน (Project-based learning) การใช้แนวทางของปัญหาเป็นพื้นฐาน (Problem-based learning) |
| มีทักษะและความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง | - มีการปลูกฝังให้เป็นผู้มีความสนใจในการสืบค้น ค้นหาข้อมูลต่างๆ ให้สอดคล้องกับสิ่งที่สนใจอย่างถูกต้อง ด้วยตัวเอง - มีการเรียนรู้ และสามารถปรับตัวเองให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม และเทคโนโลยีต่างๆ |

2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

2.1 คุณธรรม จริยธรรม

2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม
- (3) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์
- (4) สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม
- (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

2.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

สอดแทรกประเด็นและตัวอย่างที่เกี่ยวกับเรื่องคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และความตรงต่อเวลา

2.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) การตรงเวลาในการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา
- (2) การส่งงานที่มอบหมายตามกำหนดเวลา
- (3) การกระทำทุจริตในการสอบ

2.2 ความรู้

2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทาง เทคโนโลยี
- (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชา เฉพาะด้านทางวิศวกรรม
- (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
- (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้

2.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

ใช้การสอนในหลากหลายรูปแบบ โดยเน้นหลักการทางทฤษฎี และประยุกต์ใช้ทางปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจริง โดยทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ทั้งนี้ให้เป็นไปตามลักษณะของรายวิชาตลอดจนเนื้อหาสาระของรายวิชานั้นๆ นอกจากนี้ควรจัดให้มีการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงโดยการศึกษาดูงานหรือเชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ตรง มาเป็นวิทยากรพิเศษเฉพาะเรื่องตลอดจนฝึกปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

อนึ่ง ในรายวิชาพื้นฐานที่บูรณาการความรู้พื้นฐานหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน จะใช้กลยุทธ์การสอนแนวใหม่ ที่ผู้สอนจะใช้ใจจริงในทางวิศวกรรมเป็นตัวตั้งต้น จากนั้นจะใช้การสอนให้นักศึกษานำทฤษฎีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการปัญหาทางวิศวกรรมด้วยตนเอง อันจะทำให้นักศึกษาเข้าใจบริบทของทฤษฎีพื้นฐานและการนำไปใช้งานจริงพร้อมกันในคราวเดียวกันได้เลย อีกทั้งยังช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาจากรูปแบบการสอนเดิมที่แยกเนื้อหาเป็นรายวิชาที่แตกต่างกันได้อีกด้วย

2.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ประเมินจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปฏิบัติของนักศึกษา ในด้านต่าง ๆ คือ

- (1) การทดสอบย่อย การสอบกลางภาคเรียน และปลายภาคเรียน
- (2) ประเมินจากรายงานที่นักศึกษาจัดทำ
- (3) ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน
- (4) ประเมินจากการฝึกปฏิบัติภาคสนาม และการฝึกงานทางวิชาชีพ
- (5) ประเมินจากการทำโครงการวิศวกรรม

2.3 ทักษะทางปัญญา

2.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี
- (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ
- (3) สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ในการพัฒนานวัตกรรมหรือต่อยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์
- (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ

2.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) การให้นักศึกษาจัดทำรายงานในวิชาต่างๆ และการทำโครงงานวิศวกรรม
- (2) การอภิปรายกลุ่ม
- (3) ให้นักศึกษามีโอกาสปฏิบัติจริง
- (4) การทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อให้เกิดทักษะและแนวคิดสนับสนุนการเรียนรู้

2.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา นี้สามารถทำได้โดยการออกข้อสอบที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหา อธิบายแนวคิดของการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมา หลีกเลี่ยงข้อสอบที่เป็นการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คำตอบเดียวจากกลุ่มคำตอบที่ให้มา ไม่ควรมีคำถามเกี่ยวกับนิยามต่าง ๆ ประเมินตามสภาพจริงจากผลงาน และการปฏิบัติของนักศึกษา เช่น ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบหรือสัมภาษณ์ เป็นต้น

2.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

2.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในสาขาวิชาชีพมาสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม
- (2) สามารถเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสร้างสรรค์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนอย่างพอเหมาะทั้งของตนเองและของกลุ่ม รวมทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ
- (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และสอดคล้องกับทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง
- (4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ
- (5) มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม

2.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ใช้การสอนที่มีการกำหนดกิจกรรมให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม การทำงานที่ต้องประสานงานกับผู้อื่น ชำนาญหลักสูตร หรือต้องค้นคว้าหาข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคคลอื่น หรือผู้มีประสบการณ์ โดยมีความคาดหวังในผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความสามารถในการรับผิดชอบ ดังนี้

- (1) สามารถทำงานกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
- (2) มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
- (3) สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์และวัฒนธรรมองค์กรที่ไปปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี
- (4) มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ร่วมงานในองค์กรและกับบุคคลทั่วไป

2.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ประเมินจากพฤติกรรมและการแสดงออกของนักศึกษาในการนำเสนอรายงานกลุ่มในชั้นเรียน และสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในการร่วมกิจกรรมต่างๆ

2.5 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี
- (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์
- (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้

2.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์ และการสื่อสารนี้อาจทำได้ในระหว่างการสอน โดยอาจให้นักศึกษาแก้ปัญหา วิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีแก้ปัญหา และให้นำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ต่อนักศึกษาในชั้นเรียน

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ให้นักศึกษาได้วิเคราะห์สถานการณ์จำลอง และสถานการณ์เสมือนจริง และนำเสนอการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) ประเมินจากเทคนิคการนำเสนอโดยใช้ทฤษฎี การเลือกใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือคณิตศาสตร์และสถิติที่เกี่ยวข้อง
- (2) ประเมินจากความสามารถในการอธิบาย ถึงข้อจำกัด เหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือต่างๆ การอภิปรายกรณีศึกษาต่างๆ ที่มีการนำเสนอต่อชั้นเรียน

3. **แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)**
 แสดงให้เห็นว่าแต่ละรายวิชาในหลักสูตรรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ใดบ้าง (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4 ข้อ 2) โดยระบุว่าเป็น
 ความรับผิดชอบหลักหรือรับผิดชอบรอง

ผลการเรียนรู้ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) ตระหนักในคุณค่าและคุณธรรม จริยธรรม เสียสละและซื่อสัตย์สุจริต
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม
- (3) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ
- (4) เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์
- (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

2. ด้านความรู้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เศรษฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
- (2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญในเนื้อหาของสาขาวิชา
- (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
- (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

3. ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี
- (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหา
- (3) สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหา ได้อย่างมีระบบ
- (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม
- (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ

4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในสาขาวิชาชีพเพื่อสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม
- (2) สามารถให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ทั้งในบทบาทของผู้นำหรือในบทบาทของผู้ร่วมกลุ่มทำงาน
- (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และองค์กร
- (4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย
- (5) มีจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคมด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อม

5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี
- (2) มีทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือสถิติ ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์
- (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบวิชาชีพ

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (ก.1) กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOHU0019 นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ● | ● | ○ | | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | ● | ○ | | ● | ● | |
| SOHU0027 การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | ● | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ○ | | ● | ● | | | | | | | | ○ |
| (ก.2) กลุ่มวิชาภาษา | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENGL0001 ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล | ● | ○ | ○ | | | ● | | | | | | ● | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ | | | | | ● |
| ENGL0002 ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา | ● | ○ | ○ | | | ● | | | | | | ● | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ | | | | | ● |
| ENGL0003 ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และ เทคโนโลยี | ● | ○ | ○ | | | ● | | | | | | ● | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ | | | | | ● |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|---|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ENGL0004 ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | <input checked="" type="radio"/> | | | | | <input checked="" type="radio"/> | | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | | <input type="radio"/> | | | | | <input checked="" type="radio"/> |
| (ก.3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENCC0005 นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | | <input checked="" type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | |
| STAT0115 สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | | <input checked="" type="radio"/> | | | | <input checked="" type="radio"/> | | | <input checked="" type="radio"/> | | <input checked="" type="radio"/> | | | | <input type="radio"/> | | | | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| MICC0202 การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา ไพธอน | | <input type="radio"/> | | <input checked="" type="radio"/> | | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | | | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | | | <input type="radio"/> | |
| MECH0190 การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | | <input checked="" type="radio"/> | | | | | <input type="radio"/> | | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | | | <input type="radio"/> | | | | | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | | | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | |

ผลการเรียนรู้ หมวดวิชาเฉพาะ

1. คุณธรรม จริยธรรม

- (1) เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละและซื่อสัตย์สุจริต
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม
- (3) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์
- (4) สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม
- (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

2. ความรู้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี
- (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม
- (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
- (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้

3. ทักษะทางปัญญา

- (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี
- (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ
- (3) สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ในการพัฒนานวัตกรรมหรือต่อยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์
- (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในสาขาวิชาชีพมาสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม
- (2) สามารถเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสร้างสรรค์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนอย่างพอเหมาะทั้งของตนเองและของกลุ่ม รวมทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ
- (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และสอดคล้องกับทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

- (4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ
- (5) มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี
- (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์
- (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

หมวดวิชาเฉพาะ

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ข. หมวดวิชาเฉพาะ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CHEM0120 เคมี | | ● | | | | ● | | | | | ● | | | | ○ | | | | | ○ | | | | ○ | |
| CHEM0190 ปฏิบัติการเคมี | | ● | | | | ● | | | | | ● | ○ | | | | | | | | ○ | | | | ○ | |
| ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ | | ● | | | ○ | ● | | | | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ | | ● | ○ |
| ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | | ● | | | ○ | ● | | | | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ | | ● | ○ |
| MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | | ● | | | | ● | | | | | ● | | | | ○ | | | | | ○ | ○ | ● | | | |
| PHYS0101 ฟิสิกส์ | | ● | | | ○ | ● | | | | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | | ○ | | ○ | | ○ | ○ |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATS0310 วัสดุวิศวกรรม | ○ | ● | | | | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | | | | ○ | ○ | | | | ○ | |
| MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | ○ | | ● | | ● | ○ | ● | ● | | ● | ● | | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ○ | ● | ● | ● |
| MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม | | ● | | | | ● | | | | | ● | | ○ | | | | | | ○ | | | | | | ○ |
| MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม | ● | ○ | | | ● | ● | ● | | ○ | | ○ | ○ | | | ● | ○ | | ● | | | | ● | | ○ | |
| MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และ สิ่งแวดล้อม | ● | ● | | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | ● | | | | ○ | ● | ● | ● | ○ | | ● |
| MECH0210 กลศาสตร์ของไหล | | ○ | ● | | | ● | ● | | ○ | ● | | | | ○ | ● | | ○ | ● | ● | | ○ | ● | | | |
| MECH0220 อุณหพลศาสตร์ | | | | ● | | ○ | ● | | ● | ○ | ● | ○ | ● | | | | ● | | | | | ○ | | | ● |
| MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ | | ● | | | ○ | ○ | | ● | ● | | ● | | | | ○ | | | | | ● | | ● | | | |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | | | ● | | | ● | ● | ○ | ● | ○ | ● | | | | | | ● | ● | ○ | | ● | ○ | ● | | ● |

| (3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 แผนงวิชาพลวัตและระบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล | ● | ○ | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | ● | | | ○ | ● | | ● | | ○ | ● | ● |
| MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล | ○ | ● | | ○ | ○ | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | ● | | | ○ |
| MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | ○ | ● | ○ | | ○ | ● | ● | ○ | | ● | ● | | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ |
| 3.2 แผนงวิชาของแข็งและการออกแบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | ○ | | | | ○ | ● | ● | ● | | ○ | ● |
| MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | ○ | | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | | | ○ | ● | ○ | ● | | ● | ● | ● | ● | ● |
| MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | | | ● | ○ | | ○ | ● | ● | ○ | ● | ● | ○ | | | ○ | | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | ● | | ● |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|---|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.3 <u>แขนงวิชาของไหล</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล | | ○ | | ● | | ● | | | | | ● | | | | ● | | | ● | ○ | | | | ○ | ● | |
| MECH0456 การออกแบบระบบท่อ | | ○ | ● | | | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | | | | | ● | |
| 3.4 <u>แขนงวิชาความร้อน</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0362 การถ่ายเทความร้อน | | ○ | ● | | ● | ● | ● | ○ | | | ● | | | ○ | ● | | | ● | ○ | | ● | | ○ | | ○ |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | | ○ | | | ● | ● | ● | ○ | ○ | ● | ● | | ○ | ○ | ● | ○ | | ● | ○ | | | | ○ | | ○ |
| MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ | | | ● | | | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | ● | | ● | ● | | ● | | | |
| MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน | ○ | ○ | | ○ | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | | ○ | | | ● | ○ | | ● | | ○ | | ○ |
| 3.5 <u>แขนงวิชาพร้อมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EECC0232 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | | ● | ○ | ○ | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | | ○ | | | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ |
| MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | ● | ○ | | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ● | ● | | ○ | | ● | | ○ | | ● | | ○ |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|---|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | ○ | ● | ○ | | | ● | ● | | | ○ | | | | ● | | ○ | | | ● | | | ● | | | |
| MUTA0001 การออกแบบโครงการเบื้องต้น | ○ | ○ | ● | | ○ | ● | | ○ | | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ● | ○ | ○ | | ○ | ● | |
| MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ | ○ | ○ | ● | ○ | ● | ● | | ○ | | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ● | ● | ○ | | ○ | ● | |
| MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | ○ | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ● | ○ | ● | | | ● | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| INDT0390 การฝึกงานอุตสาหกรรม | ○ | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ● | | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | ● |
| MECH0490 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | ○ | ● | ● | | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● |
| MECH0491 โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | ○ | ● | ● | | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● |
| MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | ○ | ● | ● | | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● |
| COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ● | | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | ● |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|--|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 แผนงวิชาพลวัตและระบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0315 การวัดและเครื่องมือวัด | | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | ○ | | | ● | | ● | ● | ● | ● | | | |
| MECH0415 การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม | | ○ | | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | | | | ● | ● | | ● | ● | | | |
| 4.2 แผนงวิชาของแข็งและการออกแบบ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0335 กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ | ● | ● | | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ○ | ● | ● | | | ○ | ● | ○ | | ● | ● | ○ | | ● |
| MECH0440 การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น | | ● | ○ | | | ○ | ● | ○ | ● | | ● | ● | | | ● | | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | ● | | ● |
| MECH0445 การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | | ● | ○ | ○ | | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | | ● | ○ | ● | | ○ | ○ | ● | ● | ● | | ○ | ● | ● |
| 4.3 แผนงวิชาของไหล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0450 อากาศพลศาสตร์ | | | ● | | | ● | | | | | ○ | | | | ● | | ○ | ● | | | | | ○ | | |
| MECH0455 กังหันแก๊ส | | ● | | ○ | | ● | ● | | | ● | | ● | | | | | | ○ | | ● | | ● | ○ | | |

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | |
|---|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4.4 แขนงวิชาความร้อน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0461 เครื่องยนต์สันดาปภายใน | ○ | ● | ● | | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | ○ | ● | | | ○ | ● | ● | | | | ○ | ● |
| MECH0466 การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล | | ○ | | | ● | ● | ● | ○ | ● | ○ | ● | | ○ | | ● | | | ● | ○ | ● | ● | | ○ | | ○ |
| MECH0467 การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | | ○ | ● | | | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | | | | | ● | |
| 4.5 แขนงวิชาร่วมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MECH0481 วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น | | ● | | | ○ | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | | | ○ | | | ● | ○ | ● | | | ○ | | ○ |
| MECH0482 การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง | ○ | ● | | ○ | ○ | ● | ● | | ● | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | | ○ | | ○ | ● | ● | ● | ○ | ● | ● |
| MECH0483 การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | | ● | ○ | | | ● | ● | ● | ○ | ● | | ● | ● | ● | | ● | ○ | | ○ | | ● | ● | ● | ● | ● |
| MECH0499 หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล | ○ | ● | ○ | | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | | ● | ○ | | ○ | ○ | ○ | ○ | ● |

ตารางแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO) กับมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF)
(หมวดวิชาเฉพาะ)

| PLO \ TQF | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PLO: 1 มีความรู้และความเข้าใจกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขและหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLO: 2 ระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปของปัญหาที่มีนัยสำคัญ โดยใช้กลุ่มองค์ความรู้วิศวกรรมเครื่องกล | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | |
| PLO: 3 พัฒนาหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือกระบวนการ ตามความจำเป็นและเหมาะสมเชิงวิศวกรรมเครื่องกลร่วมกับข้อพิจารณาทางด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม | | | | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | |

| PLO \ TQF | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PLO: 4 มีความรู้และความเข้าใจในหลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นหลักในการบริหารงานของตน ทั้งในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีมเพื่อบริหารจัดการ โครงการวิศวกรรมที่สภาพแวดล้อมการทำงานมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLO: 5 ดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม โดยใช้ความรู้เชิงวิศวกรรมเครื่องกลจากงานวิจัยและวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลสรุปที่เชื่อถือได้ | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | ✓ | | | |
| PLO: 6 สร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมเครื่องกล และเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม ด้วยความเข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |

| PLO \ TQF | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PLO: 7 ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการทำงานเดี่ยว และการทำงานเป็นทีมซึ่งมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | |
| PLO: 8 สื่อสารงานวิศวกรรมเครื่องกลในอุตสาหกรรม กับกลุ่มผู้ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมและสังคมโดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ สามารถอ่านและเขียนรายงาน เตรียมเอกสารการออกแบบนำเสนอ ให้และรับคำแนะนำงานวิศวกรรมเครื่องกลได้อย่างชัดเจน | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | ✓ |
| PLO: 9 ใช้เหตุและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล มาประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | |
| PLO: 10 เข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกลในบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม บนฐานของความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | |

| PLO \ TQF | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|--|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PLO: 11 ใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมีสำนึกรับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม | ✓ | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLO: 12 ตระหนักถึงความจำเป็นในการเตรียมตัวเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยลำพังและสามารถการเรียนรู้ตลอดชีพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | |

ตารางแสดงความสัมพันธ์เปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO) กับ
มาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (TQF) และ
ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์เทียบเท่าตามข้อตกลงทางการศึกษา Washington Accord ของสภาวิศวกร (GA-COE)
(หมวดวิชาเฉพาะ)

| ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLO) | TQF | GA-COE |
|--|---------------------------|--------|
| PLO1: มีความรู้และความเข้าใจกลุ่มองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำไปประยุกต์ ใช้แก้ไข และหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม | 2.1, 2.2, 2.3 | WA1 |
| PLO2: ระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม เพื่อให้ได้ข้อสรุปของปัญหาที่มีนัยสำคัญ โดยใช้กลุ่มองค์ความรู้วิศวกรรมเครื่องกล | 2.4 3.1, 3.2 | WA2 |
| PLO3: พัฒนาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือ กระบวนการ ตามความจำเป็นและเหมาะสมเชิงวิศวกรรมเครื่องกลร่วมกับข้อพิจารณาทางด้าน สาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม | 3.3, 3.4 | WA3 |
| PLO4: มีความรู้และความเข้าใจในหลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นหลักในการบริหารงานของตน ทั้งในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีมเพื่อบริหารจัดการ โครงการ วิศวกรรมที่สภาพแวดล้อมการทำงานมีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ | 2.3 | WA11 |
| PLO5: ดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของ ปัญหาทางวิศวกรรมในอุตสาหกรรม โดยใช้ความรู้เชิง วิศวกรรมเครื่องกลจากงานวิจัยและวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลสรุปที่เชื่อถือได้ | 3.5 5.2 | WA4 |
| PLO6: สร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และ ใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมเครื่องกล และ เทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรมใน อุตสาหกรรม ด้วยความเข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ | 2.5 5.1, 5.2, 5.3, 5.5 | WA5 |
| PLO7: ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการทำงานเดี่ยว และการทำงานเป็นทีม ซึ่งมีความ หลากหลายของสาขาวิชาชีพ | 1.3 4.2, 4.4 | WA9 |
| PLO8: สื่อสารงานวิศวกรรมเครื่องกลในอุตสาหกรรม กับกลุ่มผู้ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม และสังคม โดยรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ | 4.1 5.4 | WA10 |
| PLO9: ใช้เหตุและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล มาประเมินประเด็น และผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม | 1.2 4.5 | WA6 |
| PLO10: เข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกลในบริบทของสังคมและ สิ่งแวดล้อม บนฐานของความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน | 1.4 4.5 | WA7 |
| PLO11: ใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมีสำนึกรับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม | 1.1, 1.5 | WA8 |
| PLO12: ตระหนักถึงความจำเป็นในการเตรียมตัว เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยลำพังและสามารถ การเรียนรู้ตลอดชีพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม | 4.3 | WA12 |

ความคาดหวังของผลลัพธ์การเรียนรู้เมื่อสิ้นปีการศึกษา

| ปีที่ | รายละเอียด |
|-------|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษามีการปรับกรอบการคิด ทักษะคิด การสร้างฐานความรู้ การแสดงออก ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ การนำเสนอผลงาน และทักษะทั่วไป ด้านภาษา สังคม คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ - นักศึกษาพัฒนากรอบการคิด ทักษะคิด การสร้างฐานความรู้ การแสดงออก และทักษะทั่วไป ด้านภาษา สังคม คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ และเพิ่มทักษะการอ่านและเขียนแบบทางวิศวกรรมเบื้องต้น |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษามีฐานความรู้ และฝึกทักษะที่ใช้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อจะนำไปประยุกต์ใช้จัดการกับปัญหาด้านกลศาสตร์ประยุกต์และความร้อนของไหล |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษาสามารถประยุกต์ความรู้ และทักษะที่ใช้ทางวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อนำสู่การออกแบบและการวิเคราะห์ปัญหาด้านกลศาสตร์ประยุกต์และความร้อนของไหลต่อไป |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษามีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านทางวิศวกรรมเครื่องกลทั้งด้านกลศาสตร์ประยุกต์และความร้อนของไหลให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของยุค Disruption |

หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2564 (ภาคผนวก ค)

2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

2.1 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ขณะที่ยังไม่สำเร็จการศึกษา

มีกระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาดังนี้

- (1) การทวนสอบในระดับรายวิชา มีการประเมินทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติ
- (2) การทวนสอบในระดับหลักสูตร มีระบบประกันคุณภาพภายใน เพื่อใช้ทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษา
- (3) มีการประเมินการสอนของผู้สอนโดยนักศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักศึกษา

2.2 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาสำเร็จการศึกษา

การกำหนดกลวิธีการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษาหลังสำเร็จการศึกษา เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและหลักสูตร รวมทั้งการประเมินคุณภาพของหลักสูตร อาจใช้การประเมินจากตัวอย่างต่อไปนี้

- (1) ภาวะการดำเนินงานทำของบัณฑิต โดยประเมินจากบัณฑิตแต่ละรุ่นที่สำเร็จการศึกษา ในด้านของระยะเวลาในการหางานทำ ความเห็นต่อความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจของบัณฑิตในการประกอบกิจการอาชีพ
- (2) การทวนสอบจากผู้ประกอบการ เพื่อประเมินความพึงพอใจในบัณฑิตที่จบการศึกษาและเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้นๆ
- (3) การประเมินจากสถานศึกษาอื่น ถึงระดับความพึงพอใจในด้านความรู้ ความพร้อม และคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของบัณฑิตที่เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในสถานศึกษานั้นๆ
- (4) การประเมินจากบัณฑิตที่ไปประกอบอาชีพ ในส่วนของความพร้อมและความรู้จากสาขาวิชาที่เรียนตามหลักสูตร เพื่อนำมาใช้ในการปรับหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้น
- (5) มีการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกและผู้ประกอบการมาประเมินหลักสูตร หรือเป็นอาจารย์พิเศษ เพื่อเพิ่มประสบการณ์ เรียนรู้ และการพัฒนาองค์ความรู้ของนักศึกษา

3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

- 3.1 ศึกษารายวิชาต่าง ๆ ครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดไว้หลักสูตร และเงื่อนไขของสาขาวิชาที่กำหนดไว้
- 3.2 มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรไม่ต่ำกว่า 2.00 จากระบบ 4 ระดับคะแนนหรือเทียบเท่า
- 3.3 มีความประพฤติดีเหมาะสมกับศักดิ์ศรีแห่งปริญญา
- 3.4 ไม่มีพันธะด้านหนี้สินใด ๆ กับมหาวิทยาลัย
- 3.5 ยื่นเรื่องขอสำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนดตามประกาศ

หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์

1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

1.1 มหาวิทยาลัยฯ โดยสำนักทรัพยากรมนุษย์ ทำหน้าที่จัดโครงการปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่ และโครงการพัฒนาคณาจารย์ ขั้นต้น ภาคการศึกษาละ 1 ครั้ง เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับคณาจารย์ใหม่ ในเรื่องต่างๆ ที่จำเป็น ดังนี้

- (1) โครงสร้างบริหารงานของมหาวิทยาลัยฯ
- (2) กฎระเบียบ และข้อบังคับของมหาวิทยาลัยฯ
- (3) ระบบบริหารคุณภาพ ISO9000 และระบบประกันคุณภาพการศึกษา
- (4) วัตถุประสงค์ และเป้าหมายของการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา
- (5) จรรยาบรรณวิชาชีพครู
- (6) จิตวิทยาการเรียนรู้ เทคนิคการสอนแบบต่างๆ และกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการฝึกปฏิบัติ
- (7) การวัดและประเมินผล
- (8) การทำวิจัย การเขียนบทความวิจัย และบทความวิชาการ
- (9) กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

1.2 ในระดับคณะและระดับภาควิชา มหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้คณบดี/หัวหน้าภาควิชา หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจาก คณบดี/หัวหน้าภาควิชาทำหน้าที่เป็นที่เลี้ยง และให้คำแนะนำอาจารย์ใหม่ ในเรื่องการจัดกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชาที่ อาจารย์ใหม่รับผิดชอบ และเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ในระดับคณะ มหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้คณะกรรมการประเมินคุณภาพการสอนที่แต่งตั้งโดยคณบดีตรวจประเมิน คุณภาพการสอนของอาจารย์ใหม่ และแจ้งผลการประเมินให้อาจารย์ใหม่รับทราบเพื่อพัฒนาปรับปรุงการสอนต่อไป

2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

- (1) มหาวิทยาลัยฯ โดยสำนักทรัพยากรมนุษย์ จัดอบรมประจำปีในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ฯลฯ และกำหนดให้คณาจารย์ต้องรับการอบรมอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- (2) มหาวิทยาลัยฯ จัดให้มีการประชุมวิชาการเป็นประจำทุกปี เพื่อเป็นเวทีในการนำเสนอผลงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และเพื่อการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านการเรียนการสอนทั้งจากภายในและภายนอก มหาวิทยาลัยฯ
- (3) มหาวิทยาลัยฯ จัดให้มีกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Management) ทั้งระดับมหาวิทยาลัย ระดับคณะ และระดับภาควิชา ในเรื่องเกี่ยวกับเทคนิคการสอน การวิจัย และอื่นๆ ตลอดจนจัดให้มีเว็บไซต์ KM เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการระดมองค์ความรู้ในเรื่องต่างๆ
- (4) มหาวิทยาลัยฯ สนับสนุนโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และส่งเสริมให้อาจารย์ทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่นๆ

- (1) มหาวิทยาลัยฯ ให้ทุนการศึกษาต่อคณาจารย์เพื่อเพิ่มคุณวุฒิทางการศึกษา
- (2) มหาวิทยาลัยฯ ส่งเสริมให้คณาจารย์ผลิตผลงานทางวิชาการ เช่น ตำรา และผลงานวิจัย เพื่อการเผยแพร่ และนำไปสู่การเลื่อนตำแหน่งทางวิชาการให้สูงขึ้น

- (3) มหาวิทยาลัยฯ ส่งเสริมและสนับสนุนให้คณาจารย์จัดทำผลงานวิจัย เพื่อเผยแพร่ในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ และจัดทำบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ
- (4) มหาวิทยาลัยฯ ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย และส่งเสริมให้คณาจารย์ขอทุนจากภายนอก
- (5) คณะฯ สนับสนุนให้อาจารย์ไปประชุม/อบรม/สัมมนาวิชาการและวิชาชีพ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ เพื่อเพิ่มพูน และแลกเปลี่ยนความรู้กับนักวิชาการอื่นๆ
- (6) คณะฯ เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมทางวิชาการด้านที่เกี่ยวข้องเป็นประจำทุกปี เพื่อเปิดโอกาสให้คณาจารย์ของคณะฯ ได้พัฒนาความรู้และมีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับนักวิชาการจากภายในและภายนอกสถาบัน
- (7) คณะฯ สนับสนุนให้อาจารย์มีส่วนร่วมในงานบริการวิชาการแก่สังคม เพื่อบูรณาการระหว่างการเรียนรู้การสอนและ/หรือการวิจัย กับงานบริการวิชาการ เพื่อสร้างเสริม หรือเพิ่มพูนทักษะทางด้านการปฏิบัติการในวิชาชีพแก่คณาจารย์

หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

1. การกำกับมาตรฐานหลักสูตร

หลักสูตรมีการดำเนินงานเกี่ยวกับอาจารย์ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 ดังนี้

1.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

1.1.1 มีอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ซึ่งทำหน้าที่ในการบริหารและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ตั้งแต่การวางแผน การควบคุมคุณภาพ การติดตามประเมินผลและการพัฒนาหลักสูตร

1.1.2 มีอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรไม่น้อยกว่า 5 คน อยู่ประจำหลักสูตรตลอดระยะเวลาที่จัดการศึกษาตามหลักสูตร โดยจะเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเกินกว่า 1 หลักสูตรในเวลาเดียวกันไม่ได้

1.1.3 อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอน และมีผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปี ย้อนหลัง

1.2 อาจารย์ประจำหลักสูตร

อาจารย์ประจำหลักสูตรมีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาที่ตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอน และมีผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปี ย้อนหลัง

1.3 อาจารย์ผู้สอน

อาจารย์ประจำมีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือดำรงตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขานั้นหรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กันหรือสาขาวิชาของรายวิชาที่สอน อาจารย์พิเศษ มีคุณวุฒิปริญญาโทหรือเทียบเท่าและมีประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่สอนไม่น้อยกว่า 6 ปี

1.4 มีการปรับปรุงหลักสูตรอย่างน้อยทุก 5 ปี

โดยนำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ บัณฑิตใหม่ ผู้ใช้บัณฑิต และการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความก้าวหน้าทางวิชาการ มาประกอบการพิจารณา

2. บัณฑิต

2.1 หลักสูตรดำเนินการสำรวจคุณภาพบัณฑิตตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิปริญญาตรีบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ 5 ด้าน คือ

1. ด้านคุณธรรมจริยธรรม
2. ด้านความรู้
3. ด้านทักษะทางปัญญา
4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล
5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.2 หลักสูตรสำรวจการมีงานทำของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา โดยใช้การสำรวจด้วยการให้บัณฑิตตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง ในวันซ้อมรับปริญญาบัตรของมหาวิทยาลัยฯ

3. นักศึกษา

3.1 การรับนักศึกษา

หลักสูตรฯ รับนักศึกษาเข้าศึกษาในหลักสูตร ตามระบบและกลไกของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งกำหนดให้สำนักประชาสัมพันธ์ และบริการวิชาการ รับผิดชอบกระบวนการรับสมัครนักศึกษาใหม่ ร่วมกับสำนักทะเบียน โดยมีการประสานงานกับหลักสูตรฯ ในการจัดทำเอกสารเผยแพร่ คู่มือนักศึกษา ประจำปีการศึกษา มีคณะกรรมการวิชาการพิจารณาจำนวนรับนักศึกษาใหม่แต่ละปี และเสนอสภามหาวิทยาลัยฯ ให้ความเห็นชอบ

สำนักประชาสัมพันธ์ มีระเบียบปฏิบัติงานประชาสัมพันธ์ (P-PRO-001) และระเบียบปฏิบัติงานรับสมัครนักศึกษา (P-PRO-002) มีการดำเนินการเกี่ยวกับการรับสมัครนักศึกษา โดยมีการจัดประชุมวางแผนการรับสมัครนักศึกษาใหม่ มีการประเมินผลการรับสมัครนักศึกษา การนำผลการประเมินมาปรับปรุง/พัฒนากระบวนการรับสมัครในปีการศึกษาถัดไป

3.2 การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา

สำหรับหลักสูตรฯ มีการดำเนินการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา คือทุกปีการศึกษา ก่อนเปิดภาคการศึกษาจะมีการประชุมของคณะกรรมการบริหารคณะฯ ซึ่งจะมีวาระที่กำหนดให้มีการจัดกิจกรรมปฐมนิเทศน์นักศึกษาใหม่ของคณะฯ ในขั้นตอนการปฐมนิเทศจะเป็นการชี้แจงนักศึกษาเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษาในหลักสูตรในเรื่องต่างๆ ได้แก่ เรื่องหลักสูตรและการเรียนการสอน เรื่องอาจารย์ที่ปรึกษา ประสบการณ์การใช้ชีวิตและข้อเสนอแนะจากรุ่นพี่บัณฑิต

3.3 การคงอยู่ของนักศึกษา

หลักสูตรฯ สำนวจความคงอยู่ของนักศึกษาเป็นประจำทุกภาคการศึกษา

3.4 การสำเร็จการศึกษา

นักศึกษาจะสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรฯ ได้ ต้องปฏิบัติตามเกณฑ์การสำเร็จการศึกษาของหลักสูตร

3.5 ความพึงพอใจและผลการจัดการข้อร้องเรียนของนักศึกษา

หลักสูตรฯ สำนวจความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนของหลักสูตรเป็นประจำทุกภาคการศึกษา นักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาสามารถแสดงความคิดเห็นในคำถามปลายเปิดได้

4. อาจารย์

4.1 ระบบการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตร

หลักสูตรฯ ดำเนินการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรตามระบบของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งดำเนินการโดยสำนักทรัพยากรมนุษย์ มีระเบียบปฏิบัติงานเกี่ยวกับการรับและการแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตร โดยมีการกำหนดคุณสมบัติอาจารย์ และคุณสมบัติของอาจารย์ให้สอดคล้องกับหลักสูตร ตลอดจนมีกลไกการคัดเลือกอาจารย์ที่มีความเหมาะสม โปร่งใส ดังนี้

1. กำหนดคุณสมบัติทั้งด้านคุณวุฒิผลการศึกษา ความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของหลักสูตร

2. ระบุวันรับสมัคร และระยะเวลาในการรับสมัคร วันสอบ และตั้งกรรมการสอบคัดเลือกอาจารย์ใหม่ โดยต้องมีคณะกรรมการสอบคัดเลือกอย่างน้อย 3 คน ประกอบด้วย ผู้แทนจากหลักสูตร/ภาควิชา ผู้แทนจากคณบดี และผู้แทนจากสำนักทรัพยากรมนุษย์

3. คณะกรรมการพิจารณาคัดเลือกจากคะแนนเฉลี่ยสะสมของผู้สมัครให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด ทดสอบการสอน และ สอบสัมภาษณ์

4. เมื่อคณะกรรมการฯ พิจารณารับอาจารย์เข้าปฏิบัติงานแล้ว มหาวิทยาลัยฯ จะแต่งตั้งเป็นอาจารย์ประจำของมหาวิทยาลัยฯ และอาจารย์ประจำหลักสูตร

5. มีการปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่ให้ทราบกฎระเบียบต่างๆเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน และฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคนิคการสอน การออกข้อสอบ จรรยาบรรณ และการทำวิจัยและจรรยาบรรณของนักวิจัย ฯลฯ

6. มีการประเมินผลการทดลองการปฏิบัติงานของอาจารย์ใหม่เมื่อครบกำหนดระยะเวลา และมีการประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ใหม่โดยคณะกรรมการฯของคณะ และนำผลการประเมินเข้าสู่คณะกรรมการวิชาการ และการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร ระดับมหาวิทยาลัย (Management Review)

7. มีการนำผลการประเมินกระบวนการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรมาปรับปรุง/พัฒนากระบวนการรับและแต่งตั้งอาจารย์ประจำหลักสูตรในปีการศึกษา 2558 โดยให้แต่ละหลักสูตรเพิ่มการจัดปฐมนิเทศอาจารย์ประจำของแต่ละหลักสูตรเกี่ยวกับนโยบายของหลักสูตร จุดเน้นของหลักสูตร การดำเนินงานของหลักสูตร ตลอดจน คุณลักษณะของบัณฑิตของหลักสูตร ฯลฯ

4.2 ระบบการบริหารอาจารย์

1. หลักสูตรฯ ดำเนินการตามระบบบริหารอาจารย์ของมหาวิทยาลัยฯ โดยสำนักทรัพยากรมนุษย์ มีระบบกลไกในการดำเนินการ ได้แก่ มีแผนอัตรากำลัง แผนพัฒนาอาจารย์เพื่อเพิ่มคุณวุฒิ แผนพัฒนาบุคลากรเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ แผนพัฒนาบุคลากรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และการประเมินผลการปฏิบัติงานเพื่อพิจารณาขึ้นเงินเดือน และมีสวัสดิการต่างๆ

2. มีการประเมินผลระบบการบริหารอาจารย์ โดยในแต่ละปีการศึกษา มีการติดตามและจัดทำรายงานแผนอัตรากำลัง รายงานการประเมินผลการพัฒนาอาจารย์เพื่อเพิ่มคุณวุฒิ รายงานการประเมินผลการพัฒนาบุคลากรเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ รายงานการประเมินผลการพัฒนาบุคลากรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน รายงานอัตรการคงอยู่และลาออกของผู้ปฏิบัติงาน เสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการบริหารเพื่อพิจารณา

3. ที่ประชุมคณะกรรมการบริหารจะพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบการบริหารอาจารย์ในปีการศึกษาถัดไป โดยให้สำนักทรัพยากรมนุษย์เป็นหน่วยงานจัดทำแผนพัฒนาบุคลากรเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ โดยใช้ข้อบังคับว่าด้วยการบริหารงานบุคคลในการจัดทำแผน และส่งให้คณะ / ภาควิชา / หลักสูตร ผลักดันให้เป็นไปตามแผนฯ

4.3 ระบบการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์

1. หลักสูตรฯ ดำเนินการตามระบบการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ของมหาวิทยาลัยฯ โดยสำนักทรัพยากรมนุษย์ มีการดำเนินการเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์เพื่อให้มีคุณวุฒิที่สูงขึ้น เข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยมีการจัดทำรายงานผลการพัฒนาบุคลากรในด้านต่างๆ ทุกปีการศึกษา โดยหลักสูตรฯ ได้ดำเนินการโดยเสนอรายชื่ออาจารย์เพื่อพัฒนาคุณวุฒิให้สูงขึ้น และกระตุ้นให้อาจารย์ขอตำแหน่งทางวิชาการตามแผนการพัฒนาฯ

2. มีการประเมินผลการประเมินผลการจัดกิจกรรมส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ โดยการสำรวจความคิดเห็นและความพึงพอใจของอาจารย์ต่อการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ในแต่ละปี

3. มีการนำผลการประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจของอาจารย์เข้าที่ประชุมคณะกรรมการบริหาร เพื่อพิจารณาปรับปรุงระบบการส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์ ในปีการศึกษาถัดไป

4.4 การมีส่วนร่วมของคณาจารย์ในการวางแผน การติดตามและทบทวนหลักสูตร

มหาวิทยาลัยฯ กำหนดให้คณาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชาจะต้องทบทวนการเรียนการสอนในรายวิชาที่รับผิดชอบเมื่อสิ้นภาคการศึกษาแต่ละภาคการศึกษา ต่อที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหารระดับภาควิชา ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย และเปิดโอกาสให้คณาจารย์เสนอความเห็นในทุกๆ เรื่อง รวมถึงเรื่องหลักสูตรและการเรียนการสอนด้วย โดยคณาจารย์สามารถให้ข้อเสนอแนะผ่านการประชุมคณะ/ภาควิชาซึ่งจัดขึ้นอย่างน้อยภาคการศึกษาละ 1 ครั้ง

4.5 การแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษ

มหาวิทยาลัยฯ จัดให้คณะ/ภาควิชาที่มีความจำเป็นต้องจัดจ้างคณาจารย์พิเศษ เสนอรายชื่อคณาจารย์พิเศษเพื่อขออนุมัติล่วงหน้าก่อนเปิดภาคการศึกษา โดยต้องผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการวิชาการ และอธิการบดี ตามลำดับ โดยสำนักทรัพยากรมนุษย์เป็นผู้ดำเนินการแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษตามระเบียบของมหาวิทยาลัยฯ

5. หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน

5.1 การออกแบบหลักสูตรและสาระรายวิชาในหลักสูตร

หลักสูตรฯ ดำเนินการเกี่ยวกับการออกแบบหลักสูตรและสาระรายวิชาในหลักสูตร ตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดในระเบียบปฏิบัติงานการเปิด ปรับปรุง รับรองมาตรฐานการศึกษา และปิดหลักสูตร (P-QAO-013) โดยหลังจากที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการหลักสูตรแล้ว สาขาวิชาจะพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย แสดงการปรับปรุงดัชนีด้านมาตรฐานและคุณภาพการศึกษาเป็นระยะๆ อย่างน้อยทุกๆ 5 ปี และมีการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องทุก 5 ปี

5.2 การวางระบบผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอน

1. การกำหนดผู้สอน

มหาวิทยาลัยฯ จัดให้มีระบบกลไกในการวางระบบผู้สอนและกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยมีระเบียบปฏิบัติงานกระบวนการควบคุมการเรียนการสอน (P-QAO-012) หลักสูตรฯ ดำเนินการตามระเบียบปฏิบัติงานดังกล่าว โดยมีการกำหนดตัวผู้สอน โดยใช้แบบฟอร์มการพิจารณาคุณสมบัติของอาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชา (F-QAO-062) กรณีรายวิชาที่สอนเป็นคณะผู้สอน จะต้องมีการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้อีกด้วย

2. การกำกับ ติดตาม และตรวจสอบการจัดทำแผนการเรียนรู้ (มคอ.3 และ มคอ.4) การจัดการเรียนการสอน

ตามระเบียบปฏิบัติฯ (P-QAO-012) อาจารย์ผู้สอนทุกคนต้องจัดทำ มคอ. 3 และ มคอ. 4 ให้เสร็จสิ้นก่อนการเปิดภาคการศึกษาโดยมีผู้บริหารสาขาวิชาพิจารณาและลงนามในเอกสาร และอาจารย์ผู้สอนต้องแจก มคอ. 3 ฉบับย่อ และ มคอ. 4 ฉบับย่อ แก่นักศึกษาทุกคนในคาบแรกของการสอน โดยต้องเก็บหลักฐานการแจก และชี้แจงแผนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ให้นักศึกษารับทราบตามระเบียบปฏิบัติฯ (P-QAO-012) อาจารย์ผู้สอนทุกคนต้องดำเนินการสอนตามแผนการสอน โดยมีการสุ่มตรวจคุณภาพการเรียนการสอนโดยคณะกรรมการของคณะฯ และสุ่มตรวจการเข้าสอนโดยสำนักประกันคุณภาพการศึกษา และ ในคาบสุดท้ายของการสอน อธิการประจำภาควิชาจะแจกแบบประเมินการสอนวิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ และวิชาโครงการ/วิทยานิพนธ์/การค้นคว้าด้วยตนเอง/สัมมนา ให้นักศึกษาประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ และนำผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจไปนเข้าระบบ E-Portfolio และนำผลเข้าสู่ที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับภาควิชา ที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับคณะ และเข้าสู่ที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละภาคการศึกษาอาจารย์ผู้สอนต้องทบทวนการเรียนการสอน โดยการจัดทำ มคอ. 5 โดยระบุจะมีการปรับปรุงการเรียนการสอนรายวิชาอย่างไร สำหรับการสอนครั้งต่อไป

ในการกำกับติดตามและตรวจสอบ มีการตรวจติดตามคุณภาพภายใน ตามระบบบริหารคุณภาพ ISO9001 โดยกรรมการตรวจติดตามคุณภาพภายในแต่งตั้งโดยสำนักประกันคุณภาพการศึกษา ทุกภาคการศึกษา และมีการแจ้งข้อบกพร่องให้แก่อาจารย์ที่ไม่ได้ดำเนินการในกรณีใดกรณีหนึ่ง และรายงานในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับหน่วยงาน ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ ซึ่งมีผลต่อการประเมินผลการประเมินการปฏิบัติงานประจำปีของอาจารย์

5.3 การประเมินผู้เรียน

1. การประเมินผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ

หลักสูตรฯ ดำเนินการประเมินผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ โดยปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติงานกระบวนการควบคุมการเรียนการสอน (P-QAO-012) วิธีปฏิบัติงานการวัดและประเมินผล (W-QAO-002) และ วิธีปฏิบัติงานการควบคุมกระบวนการสอบ (W-REO-003) ในการประเมินผลการเรียนรู้หรือการออกข้อสอบ อาจารย์ผู้สอนพิจารณาจากเอกสาร มคอ. 3 ของรายวิชา ผู้บริหารสาขาวิชาตรวจสอบคุณภาพและความตรง (Validity) ของข้อสอบ และลงนามอนุมัติข้อสอบส่งสำนักทะเบียน สำนักทะเบียนจัดประชุมคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลของแต่ละหลักสูตรเพื่อพิจารณาคุณภาพและความตรง (Validity) ของข้อสอบ และเมื่ออาจารย์จัดทำผลการสอบเสร็จสิ้น ผู้บริหารสาขาวิชาตรวจสอบผลการสอบ และลงนามอนุมัติผลการสอบส่งสำนักทะเบียน สำนักทะเบียนจัดประชุมคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลของแต่ละหลักสูตรเพื่อพิจารณาผลการสอบ เพื่อทวนสอบผลการเรียนรู้ของแต่ละรายวิชา และอนุมัติ จากนั้น สำนักทะเบียนจัดส่งผลการสอบเสนออธิการบดีเพื่อพิจารณา แล้วจึงประกาศผลสอบ

2. การตรวจสอบการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

ผลการเรียนรู้ของนักศึกษาได้รับการตรวจสอบและทวนสอบโดยคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลของแต่ละหลักสูตร ในการปรับปรุงกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ได้มีการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การเพิ่มเอกสาร Curriculum Mapping ในการพิจารณาของคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผล

3. การกำกับการประเมินการจัดการเรียนการสอนและประเมินหลักสูตร (มคอ.5 มคอ.6 และ มคอ.7)

การกำกับการประเมินการจัดการเรียนการสอนและประเมินหลักสูตร (มคอ.5 มคอ.6 และ มคอ.7) โดยมีการตรวจติดตามคุณภาพภายในตามระบบบริหารคุณภาพ ISO9001 ทุกภาคการศึกษา และมีการแจ้งข้อบกพร่องให้แก่อาจารย์ที่ไม่ได้ดำเนินการในกรณีใดกรณีหนึ่ง และรายงานในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับภาควิชา ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ ซึ่งมีผลต่อการประเมินผลการประเมินการปฏิบัติงานประจำปีของอาจารย์

หลักสูตรฯ ได้มีการกำกับการประเมินการจัดการเรียนการสอน และประเมินหลักสูตร โดยทุกภาคการศึกษา คณะฯ ได้มอบหมายให้ธุรการประจำคณะฯ ดำเนินการจัดเตรียมแบบประเมินการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา และให้ผู้แทนแต่ละชั้นเรียน นำแบบประเมินไปดำเนินการประเมินและรวบรวมผลการประเมินใส่ซองปิดผนึก ส่งคืนแก่ธุรการพร้อมลงชื่อและบันทึกจำนวนแบบประเมิน โดยไม่ผ่านอาจารย์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลในแบบประเมิน นอกจากนี้ทุกรายวิชาในหลักสูตรต้องดำเนินการประเมินรายวิชาและหลักสูตรผ่านการจัดทำ มคอ. โดยรายวิชา จัดทำ มคอ.5 หรือ 6 และหลักสูตร จัดทำมคอ.7

นอกจากนี้ มหาวิทยาลัยฯ จัดให้มีระบบการประเมินผลการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอนทุกภาคการศึกษา โดยพิจารณาผลการเรียนรู้ของนักศึกษาแต่ละหลักสูตรในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร ระดับภาควิชา ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัย และจัดให้มีการปรับปรุงอย่างเป็นรูปธรรม เช่น การพบว่ารายวิชาเฉพาะมีคะแนนเฉลี่ยต่ำ เนื่องจากนักศึกษามีพื้นฐานคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ คณะกรรมการวิชาการได้จัดประชุมผู้แทนของหลักสูตรเข้าร่วมประชุมกับภาควิชาคณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับการนำไปใช้ในแต่ละสาขาวิชา และหลักสูตรปรับแผนการสอนในรายวิชาที่ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์สอดคล้องกัน

6. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

6.1 ระบบการดำเนินงานของภาควิชา/คณะ/สถาบันโดยมีส่วนร่วมของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเพื่อให้มีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

หลักสูตรฯ ดำเนินการตามระบบของมหาวิทยาลัยฯ ในการให้อาจารย์มีส่วนร่วมโดยนำเสนอเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนการสอน ผลการเรียนรู้ตลอดจนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ในที่ประชุมภาควิชา/คณะ อาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชานำผลการ ประเมินการเรียนการสอนโดยนักศึกษา ที่ให้ข้อเสนอแนะในแบบประเมิน หรือนักศึกษาแจ้งอาจารย์ด้วยวาจา มาทบทวนใน มคอ. 5 และนำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับภาควิชา หัวหน้า ภาควิชานำเสนอในที่ประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับคณะ และคณบดีนำเสนอในเข้าสู่ที่ประชุม ทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ระดับมหาวิทยาลัย ตามลำดับ นอกจากนี้ ในการประชุมจัดทำแผนงบประมาณ ประจำปี อาจารย์เสนอจัดซื้อหรือปรับปรุงสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ของหลักสูตร

6.2 จำนวนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอน

คณะฯ โดยหลักสูตรฯ สํารวจจำนวนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมและคาดการณ์จำนวนนักศึกษาที่จะลงทะเบียน เรียนในทุกชั้นปีเปรียบเทียบกับความต้องการสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้เพิ่มเติมในแต่ละรายวิชา เพื่อประเมินความเพียงพอและ ดำเนินการจัดหาเพิ่มเติมในกรณีที่จำนวนไม่เพียงพอ โดยใช้งบประมาณตามที่ตั้งไว้ในแผนดำเนินงาน โดยกระบวนการจัดหาและ จัดซื้อดำเนินการผ่านฝ่ายจัดซื้อของมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งได้มีการประเมินหน้าที่การจัดหาของฝ่ายจัดซื้อและประเมินบริษัทผู้ขาย แล้ว นำผลการประเมินมาพิจารณาตัดสินใจคัดเลือกบริษัทเพื่อจัดซื้อสินค้าในปีถัดไป นอกจากนี้ยังมีการจัดซื้อผ่านทางบริษัทโดยตรง ด้วย

6.3 กระบวนการปรับปรุงตามผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาและอาจารย์ต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

หลักสูตรฯ มีการจัดเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากนักศึกษาต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ จากแบบประเมินผลการเรียนการสอน วิชาปฏิบัติการ นอกจากนี้ หลักสูตรฯ ยังได้จัดเก็บข้อมูลความคิดเห็นและความพึงพอใจของอาจารย์ประจำหลักสูตรต่อสิ่ง สนับสนุนการเรียนรู้ จากผลการประเมินความพึงพอใจของอาจารย์และนักศึกษา หลักสูตรฯ ได้นำผลการประเมินฯ มาปรับปรุง กระบวนการจัดการสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ผลการดำเนินการบรรลุตามเป้าหมายตัวบ่งชี้ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ดีต่อเนื่อง 2 ปีการศึกษาเพื่อติดตามการดำเนินการตาม TQF ต่อไป ทั้งนี้เกณฑ์การประเมินผ่าน คือ มีการดำเนินงานตามข้อ 1-5 และอย่างน้อยร้อยละ 80 ของตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ระบุไว้ในแต่ละปี

(หากหลักสูตรมี มคอ.1 ให้ดูตาม มคอ. 1 ของสาขา/สาขาวิชา)

| ดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงาน | ปีที่ 1 | ปีที่ 2 | ปีที่ 3 | ปีที่ 4 | ปีที่ 5 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| (1) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตาม และทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร | X | X | X | X | X |
| (2) มีรายละเอียดของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ หรือ มาตรฐานสาขา/สาขาวิชา (ถ้ามี) | X | X | X | X | X |
| (3) มีรายละเอียดของรายวิชา และประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4 อย่างน้อยก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาให้ครบทุกรายวิชา | X | X | X | X | X |
| (4) จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.5 และ 6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา | X | X | X | X | X |
| (5) จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.7 ภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา | X | X | X | X | X |
| (6) มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ ที่กำหนดใน มคอ.3 และ 4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา | X | X | X | X | X |
| (7) มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือ การประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานใน มคอ.7 ปีที่แล้ว | | X | X | X | X |
| (8) อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคน ได้รับการปฐมนิเทศหรือคำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน | X | X | X | X | X |
| (9) อาจารย์ประจำหลักสูตรทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง | X | X | X | X | X |
| (10) จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี | X | X | X | X | X |
| (11) ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตร เฉลี่ยมากกว่า 3.5 จากคะแนน 5.0 | | | | X | X |
| (12) ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยมากกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0 | | | | | X |

หมวดที่ 8 การประเมิน และปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร

1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน

1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน

(1) คณาจารย์แต่ละคนทบทวน/ประเมินการสอนตนเองเมื่อสิ้นสุดการสอนในแต่ละภาคการศึกษา และระบุสิ่งที่ต้องปรับปรุงในการสอนครั้งต่อไป

(2) คณะ / ภาควิชา จัดให้มีการประเมินรายวิชา ประเมินการสอนและประเมินผลสัมฤทธิ์ของแต่ละรายวิชา โดยคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการประเมินคุณภาพการสอน

(3) คณะ / ภาควิชา จัดให้มี peer evaluation โดยทีมผู้ร่วมสอนในกลุ่มวิชาเดียวกันและต่างกลุ่มวิชาเพื่อประเมินการสอน

1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน

(1) นักศึกษาประเมินการสอนของคณาจารย์ทุกคนเมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละรายวิชา โดยใช้แบบประเมินผลการเรียนการสอน หรือประเมินผ่านเว็บไซต์

(2) ผลการประเมินส่งให้คณบดี/หัวหน้าภาควิชา และอาจารย์ผู้สอน เพื่อปรับปรุงต่อไป โดยมี การทบทวนในที่ประชุม ทบทวนของฝ่ายบริหาร ระดับภาควิชา ระดับคณะ และระดับมหาวิทยาลัยตามลำดับ

(3) คณบดี/หัวหน้าภาควิชา ประเมินการสอนของคณาจารย์ในสังกัด

(4) คณะ / ภาควิชา รวบรวมผลการประเมินที่เป็นตามความต้องการในการปรับปรุงทักษะ การสอน และวางแผนการพัฒนา / ปรับปรุงกลยุทธ์การสอนให้เหมาะสมกับรายวิชา

2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

2.1 โดยนักศึกษาและบัณฑิต

(1) แต่งตั้งคณะกรรมการประเมินหลักสูตร ที่ประกอบด้วยตัวแทนของทุกกลุ่มวิชา ตัวแทนนักศึกษาปัจจุบัน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่าย

(2) คณะกรรมการฯ วางแผนการประเมินหลักสูตรอย่างเป็นระบบ

(3) ดำเนินการสำรวจข้อมูลเพื่อประกอบการประเมินหลักสูตรจากนักศึกษาปัจจุบันทุกชั้นปี และจากผู้สำเร็จการศึกษา ที่ผ่านการศึกษาในหลักสูตรทุกรุ่น

2.2 โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และ/หรือจากผู้ประเมินภายนอก

คณะกรรมการประเมินหลักสูตร ทำการวิเคราะห์และประเมินหลักสูตรในภาพรวม และใช้ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษา ผู้สำเร็จการศึกษา ผู้ใช้บัณฑิต เพื่อประกอบการประเมิน

2.3 โดยผู้ใช้บัณฑิต และ/หรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ

ติดตามบัณฑิตใหม่โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลจากนายจ้าง และ/หรือผู้บังคับบัญชา โดยแบบสอบถาม

3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

ให้ประเมินตามตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ระบุไว้ในหมวดที่ 7 ข้อ 7 โดยคณะกรรมการประเมินอย่างน้อย 3 คน (ควรเป็นคณะกรรมการประเมินชุดเดียวกับการประกันคุณภาพภายใน)

4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุงหลักสูตรและแผนกลยุทธ์การสอน

- 4.1 คณะกรรมการประเมินหลักสูตรของคณะจัดทำรายงานผลการประเมิน และประเด็นที่จำเป็นในการปรับปรุงหลักสูตร
- 4.2 จัดประชุมเพื่อการปรับปรุงหลักสูตร
- 4.3 เชิญผู้ทรงคุณวุฒิอ่านหลักสูตรและให้ข้อเสนอแนะ

เอกสารแนบ

ภาคผนวก ก ตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง

ภาคผนวก ข คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร

ภาคผนวก ค ข้อบังคับและระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ภาคผนวก ง ประวัติอาจารย์ประจำหลักสูตร

ภาคผนวก จ ตารางเปรียบเทียบเนื้อหารายวิชาของหลักสูตรกับ มคอ.1 หรือเกณฑ์สภาวิชาชีพ

ภาคผนวก ฉ ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญา
ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาคผนวก ก

ตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง

| หลักสูตรเดิม | หลักสูตรปรับปรุง | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง |
|---|--|--|
| ชื่อปริญญา | ชื่อปริญญา | |
| ชื่อเต็ม (ไทย) : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ชื่อย่อ (ไทย) : วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering) ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Eng. (Mechanical Engineering) | ชื่อเต็ม (ไทย) : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ชื่อย่อ (ไทย) : วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ชื่อเต็ม (อังกฤษ) : Bachelor of Engineering (Mechanical Engineering) ชื่อย่อ (อังกฤษ) : B.Eng. (Mechanical Engineering) | ไม่มีการเปลี่ยนแปลง |
| จำนวนหน่วยกิตรวม 149 หน่วยกิต | จำนวนหน่วยกิตรวม 137 หน่วยกิต | - ปรับลดหน่วยกิตลง 12 หน่วยกิต |
| โครงสร้างหลักสูตร | โครงสร้างหลักสูตร | |
| ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 6 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาภาษา 12 หน่วยกิต (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 12 หน่วยกิต ข. หมวดวิชาเฉพาะ 113 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 24 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ 30 หน่วยกิต (3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ - แบบปกติ 44 หน่วยกิต - แบบสหกิจศึกษา 50 หน่วยกิต (4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก - แบบปกติ 15 หน่วยกิต - แบบสหกิจศึกษา 9 หน่วยกิต ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต รวม 149 หน่วยกิต | ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 6 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาภาษา 12 หน่วยกิต (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 12 หน่วยกิต ข. หมวดวิชาเฉพาะ 101 หน่วยกิต (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 16 หน่วยกิต (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ 27 หน่วยกิต (3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ - แบบปกติ 52 หน่วยกิต - แบบสหกิจศึกษา 58 หน่วยกิต (4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก - แบบปกติ 6 หน่วยกิต - แบบสหกิจศึกษา - หน่วยกิต ค. หมวดวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต รวม 137 หน่วยกิต | - ปรับลดหน่วยกิตหมวดวิชาเฉพาะลง 12 หน่วยกิต โดยกลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ปรับลดหน่วยกิตลง 8 หน่วยกิต กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ปรับลดหน่วยกิตลง 3 หน่วยกิต เพื่อลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหา และกลุ่มวิชาเฉพาะบังคับปรับเพิ่ม 8 หน่วยกิต เนื่องจากเพิ่มองค์ความรู้ของสภาวิศวกร ส่งผลให้มีการเพิ่มบางรายวิชา ร่วมกับการปรับวิชาจากกลุ่มวิชาเฉพาะเลือกมาเป็นกลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ ทำให้กลุ่มวิชาเฉพาะเลือกถูกปรับลดหน่วยกิตลง 9 หน่วยกิต |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง

| หลักสูตรเดิม | | | หลักสูตรปรับปรุง | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ |
|---|-------------------------------------|--------------|--|--|--------------|---------------------------------------|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | 137 หน่วยกิต | |
| ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป | | | ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป | | | |
| (1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ | | 6 หน่วยกิต | (1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ | | 6 หน่วยกิต | |
| SOHU0005 | วิศวกรรมศาสตร์กับสังคม | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | SOHU0019 | นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3(3-0-6) | SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหา |
| (2) กลุ่มวิชาภาษา | | 12 หน่วยกิต | (2) กลุ่มวิชาภาษา | | 12 หน่วยกิต | |
| ให้เรียน 10 หน่วยกิต จากรายวิชาดังนี้ | | | ให้เรียน 12 หน่วยกิต จากรายวิชาดังนี้ | | | |
| - | - | - | ENGL0001 | ภาษาอังกฤษในโลกดิจิทัล | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | ENGL0002 | ภาษาอังกฤษสำหรับสเต็มศึกษา | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | ENGL0003 | ภาษาอังกฤษสำหรับวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | ENGL0004 | ภาษาอังกฤษธุรกิจสำหรับที่ทำงาน | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| ENGL1101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน | 2(2-1-3) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| ENGL1102 | พื้นฐานภาษาอังกฤษวิชาการ | 2(2-1-3) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| ENGL1308 | ภาษาอังกฤษเพื่อการทำงาน | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| ENGL2101 | พื้นฐานภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| ENGL2102 | ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารในที่ทำงาน | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| และเลือกศึกษาอีก 2 หน่วยกิต จากรายวิชาต่อไปนี้ | | | | | | |
| ENGL1304 | ภาษาอังกฤษสำหรับงานวิศวกรรม | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| ENGL1310 | ทักษะการอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษ | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| รายวิชาบังคับเฉพาะนักศึกษาเทียบโอน มี 2 วิชา ดังนี้ | | | | | | |
| ENGL1203 | ภาษาอังกฤษเทคนิค | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| ENGL2303 | การออกเสียงและการสนทนาภาษาอังกฤษ | 2(2-0-4) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม | | | หลักสูตรปรับปรุง | | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ |
|--|---|--------------|--|---|---------------------|---|---------------------------------------|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | 137 หน่วยกิต | | |
| (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | 12 หน่วยกิต | | |
| EECP0101 | คอมพิวเตอร์เบื้องต้น | 3(2-2-5) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| ENCC0002 | ความคิดสร้างสรรค์สำหรับงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| - | - | - | ENCC0005 | นวัตกรรมเชิงวิศวกรรม | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ | |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | 3(0-6-3) | MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน | 3(0-6-3) | - | |
| - | - | - | MICCC0202 | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน | 3(2-2-5) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน EECP0101 | |
| STAT0115 | สถิติทั่วไป | 3(3-0-6) | STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา | 3(3-0-6) | - เปลี่ยนชื่อรายวิชา - ปรับปรุงเนื้อหาวิชา | |
| ข. หมวดวิชาเฉพาะ | | | ข. หมวดวิชาเฉพาะ | | 101 หน่วยกิต | | |
| (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | 16 หน่วยกิต | | |
| CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) | CHEM0120 | เคมี | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหาวิชา | |
| CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) | CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี | 1(0-2-1) | - ปรับปรุงเนื้อหาวิชา | |
| - | - | - | ENCC1001 | คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์ | 3(6-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ | |
| - | - | - | ENCC1002 | แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า | 3(6-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ | |
| MATH0110 | คณิตศาสตร์ 1 | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| MATH0111 | คณิตศาสตร์ 2 | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| MATH0210 | คณิตศาสตร์ 3 | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| MATH0211 | คณิตศาสตร์ 4 | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| - | - | - | MATH2101 | คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม | 3(6-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ | |
| PHYS0110 | ฟิสิกส์ 1 | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| PHYS0111 | ฟิสิกส์ 2 | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| - | - | - | PHYS0101 | ฟิสิกส์ | 3(2-2-5) | - เปิดรายวิชาใหม่ | |
| PHYS0190 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 | 1(0-2-1) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |
| PHYS0191 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 | 1(0-2-1) | - | - | - | - ปิดรายวิชา | |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม | | | หลักสูตรปรับปรุง | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ |
|---|-----------------------------|--------------|---|--|--------------|---|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | 137 หน่วยกิต | |
| (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ | | 30 หน่วยกิต | (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ | | 27 หน่วยกิต | |
| EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) | - | - | - | - ย้ายไปอยู่ในกลุ่มวิชา (ข.3) |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) | MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| - | - | - | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม | 3(2-2-5) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน MECH0115 |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) | MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) | MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม | 3(3-0-6) | - |
| MECH0115 | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน | 3(2-2-5) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่แทน MECH0342 |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) | MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล | 3(3-0-6) | - |
| MECH0215 | กลศาสตร์ของแข็ง | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) | MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ | 3(3-0-6) | - |
| - | - | - | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน MECH0215 |
| MECH0342 | เทคโนโลยีการผลิต | 3(3-0-6) | - | - | - | - |
| MECH0478 | การควบคุมและการจัดการคุณภาพ | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| (3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ | | | (3) กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ | | | |
| - แบบปกติ | | 44 หน่วยกิต | - แบบปกติ | | 52 หน่วยกิต | |
| - แบบสหกิจศึกษา | | 50 หน่วยกิต | - แบบสหกิจศึกษา | | 58 หน่วยกิต | |
| ทั้งแบบปกติ และแบบสหกิจศึกษา เรียน 40 หน่วยกิตจากรายวิชาในแขนงวิชา ต่างๆ ดังต่อไปนี้ | | 40 หน่วยกิต | ทั้งแบบปกติ และแบบสหกิจศึกษา เรียน 36 หน่วยกิตจากรายวิชาในแขนง วิชาต่างๆ ดังต่อไปนี้ | | 36 หน่วยกิต | - ปรับหน่วยกิตในวิชาเฉพาะบังคับ ทั้งแบบ ปกติและแบบสหกิจศึกษา |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม | | | หลักสูตรปรับปรุง | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ |
|------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------|--|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | 137 หน่วยกิต | |
| | | | (3.1) แขนงวิชาพลวัตและระบบ | | | 9 หน่วยกิต |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) | MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล | 3(3-0-6) | - |
| MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | 3(3-0-6) | MECH0360 | การสันสะเทือนทางกล | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0430 | การควบคุมอัตโนมัติ | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| | | | (3.2) แขนงวิชาวัสดุและการออกแบบ | | | 9 หน่วยกิต |
| MECH0332 | การออกแบบเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน MECH0332 |
| MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3(2-2-5) | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล | 3(2-2-5) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| | | | (3.3) แขนงวิชาของไหล | | | 6 หน่วยกิต |
| MECH0421 | การควบคุมกำลังของไหล | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0451 | เครื่องจักรกลกังหัน | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน MECH0451 |
| - | - | - | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ | 3(3-0-6) | - ย้ายมาจากกลุ่มวิชา (ข.4) - เปลี่ยนชื่อรายวิชา - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| | | | (3.4) แขนงวิชาความร้อน | | | 12 หน่วยกิต |
| MECH0311 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) | MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) | - เปลี่ยนรหัสรายวิชา - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0462 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน | 3(3-0-6) | - เปลี่ยนรหัสรายวิชา - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3(3-0-6) | MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ | 3(3-0-6) | - |
| - | - | - | MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| MECH0468 | การเผาไหม้เบื้องต้น | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม | | | หลักสูตรปรับปรุง | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ |
|---|-----------------------------------|--------------|---|------------------------------------|----------------|--|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | 137 หน่วยกิต | |
| | | | (3.5) แขนงวิชาร่วมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | | | |
| | | | | - แบบปกติ | 16 หน่วยกิต | |
| | | | | - แบบสหกิจศึกษา | 46 หน่วยกิต | |
| - | - | - | EECC0232 | พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า | 3(2-2-5) | - ย้ายมาจากกลุ่มวิชา (ข.1) - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2(0-4-2) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-4-2) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล | 3(0-6-3) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน MECH0350 และ MECH0351 |
| - | - | - | MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | MECH0402 | การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | MUTA0001 | การออกแบบโครงงานเบื้องต้น | 0(0-24-0) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | MUTA0002 | การออกแบบโครงงานเชิงวิเคราะห์ | 0(0-24-0) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - แบบปกติ เหลือจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาอีก เท่ากับ 4 หน่วยกิต โดยให้เรียนจากรายวิชา ดังต่อไปนี้ | | 4 หน่วยกิต | - แบบปกติ เหลือจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาอีก เท่ากับ 4 หน่วยกิต โดยให้เรียนจากรายวิชา ดังต่อไปนี้ | | 4 หน่วยกิต | |
| INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | 0(0-160-0) | INDT0390 | การฝึกงานอุตสาหกรรม | 0(240 ชั่วโมง) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0490 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2(0-6-3) | MECH0490 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 1 | 2(0-6-3) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| MECH0491 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-6-3) | MECH0491 | โครงงานวิศวกรรมเครื่องกล 2 | 2(0-6-3) | - |
| - แบบสหกิจศึกษา เหลือจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาอีก เท่ากับ 10 หน่วยกิต โดยให้เรียนจากรายวิชา ดังต่อไปนี้ | | 10 หน่วยกิต | - แบบสหกิจศึกษา เหลือจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาอีก เท่ากับ 10 หน่วยกิต โดยให้เรียนจากรายวิชา ดังต่อไปนี้ | | 10 หน่วยกิต | |
| MECH0492 | โครงงานสหกิจสาขาวิศวกรรมเครื่องกล | 2(0-6-3) | MECH0492 | โครงงานสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล | 2(0-6-3) | - ปรับชื่อวิชาและปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |
| COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | 8(0-360-0) | COOP0011 | สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล | 8(0-360-0) | - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม | | หลักสูตรปรับปรุง | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ | |
|--|--|------------------|---|--|---------------------------------------|---------------------------------|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | | 137 หน่วยกิต |
| (4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก | | | (4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก | | | |
| - <u>แบบปกติ</u> ให้เลือกเรียน 15 หน่วยกิต จากรายวิชาต่อไปนี้ | | 15 หน่วยกิต | - <u>แบบปกติ</u> ให้เลือกเรียน 3 หน่วยกิต ในแขนงวิชาพลวัตและระบบ หรือ แขนงวิชาวัสดุและการออกแบบ และให้เลือกเรียน 3 หน่วยกิตในแขนงวิชาของไหล หรือแขนงวิชาความร้อน อย่างไรก็ตามยังสามารถเลือกเรียน 3 หน่วยกิตจากรายวิชาในแขนงวิชาอื่นสำหรับวิศวกรรมเครื่องกลแทนรายวิชาใน 4 แขนงข้างต้นได้เมื่อได้รับการอนุมัติจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลแล้วเท่านั้น | | 6 หน่วยกิต | |
| - <u>แบบสหกิจศึกษา</u> ให้เลือกเรียน 6 หน่วยกิต จากรายวิชาต่อไปนี้ | | 6 หน่วยกิต | - | | - | - |
| 4.1 แขนงวิชาย่อยพลวัต | | | (4.1) แขนงวิชาพลวัตและระบบ | | | |
| MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด | 3(3-0-6) | MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด | 3(3-0-6) | - |
| MECH0361 | ระบบพลศาสตร์ | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0433 | แมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| 4.2 แขนงวิชาย่อยของแข็ง | | | (4.2) แขนงวิชาวัสดุและการออกแบบ | | | |
| MECH0320 | กลศาสตร์ของแข็งประยุกต์ | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ทดแทน MECH0320 |
| MECH0441 | การออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับแม่พิมพ์ฉีด | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0442 | พื้นฐานการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูป | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0440 | การวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น | 3(3-0-6) | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหาวิชา |
| - | - | - | MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| 4.3 แขนงวิชาย่อยของไหล | | | (4.3) แขนงวิชาของไหล | | | |
| MECH0211 | กลศาสตร์ของไหลประยุกต์ | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0420 | ระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ | 3(3-0-6) | MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ | 3(3-0-6) | - |
| MECH0455 | กังหันแก๊ส | 3(3-0-6) | MECH0455 | กังหันแก๊ส | 3(3-0-6) | - ปรับปรุงเนื้อหาวิชา |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อสำหรับอาคาร | 3(3-0-6) | - | - | - | - ย้ายไปอยู่ในกลุ่มวิชา (ข.3) |

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตรเดิมและหลักสูตรปรับปรุง (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม | | | หลักสูตรปรับปรุง | | | สิ่งที่เปลี่ยนแปลง เหตุผล/หมายเหตุ |
|---|---|--------------|---|---------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | 149 หน่วยกิต | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | 137 หน่วยกิต | |
| 4.4 แขนงวิชาข้อยความร้อน | | | (4.4) แขนงวิชาข้อยความร้อน | | | |
| MECH0364 | อุณหพลศาสตร์ชั้นกลาง | 3(3-0-6) | - | - | 3(3-0-6) | - ปิดรายวิชา |
| MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน | 3(3-0-6) | MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน | 3(3-0-6) | - |
| MECH0464 | การออกแบบระบบทางความร้อนเบื้องต้น | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | 3(3-0-6) | MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน | 3(3-0-6) | - |
| 4.5 แขนงวิชาข้อยรวมทั่วไป | | | (4.5) แขนงวิชาข้อยรวมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | | | |
| MECH0209 | โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | 3(2-2-5) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0460 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น | 3(3-0-6) | - | - | - | - |
| MECH0470 | การจัดการงานวิศวกรรม | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| MECH0476 | ระบบคุณภาพและความปลอดภัย | 3(3-0-6) | - | - | - | - ปิดรายวิชา |
| - | - | - | MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์ | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| - | - | - | MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก | 3(3-0-6) | - เปิดรายวิชาใหม่ |
| MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) | MECH0499 | หัวข้อศึกษาเฉพาะทางวิศวกรรมเครื่องกล | 3(3-0-6) | - |
| ค. หมวดวิชาเลือกเสรี | | 6 หน่วยกิต | ค. หมวดวิชาเลือกเสรี | | 6 หน่วยกิต | |
| วิชาที่นักศึกษาจะเลือกเรียนจากวิชาใดที่ทางมหาวิทยาลัยฯ เปิดสอนอยู่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และต้องไม่ใช่รายวิชาที่เทียบโอนได้มาก่อนแล้ว | | | วิชาที่นักศึกษาจะเลือกเรียนจากวิชาใดที่ทางมหาวิทยาลัยฯ เปิดสอนอยู่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และต้องไม่ใช่รายวิชาที่เทียบโอนได้มาก่อนแล้ว | | | |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|--|--|----------|----------------------------|--|----------|
| ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป | | | | | |
| (1) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ | | | | | |
| SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน (Social Skills Development for Careers) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None บุคลากรที่องค์กรยุคใหม่ต้องการ ความสำคัญของบุคลิกภาพและการพัฒนาบุคลิกภาพ มารยาทในการเข้าสังคมและวัฒนธรรมไทย มนุษย์สัมพันธ์และการสื่อสารในการทำงาน คุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ ความเป็นผู้นำ การพัฒนาความสามารถในการคิด แผนธุรกิจ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบริหารคุณภาพ ISO9000 กฎหมายแรงงานที่ควรทราบ เทคนิคการสมัครงาน การเขียนจดหมายสมัครงาน ใบประวัติย่อ และการกรอกใบสมัคร เทคนิคการสัมภาษณ์งาน ประสบการณ์การทำงานของรุ่นพี่ | 3(3-0-6) | SOHU0027 | การพัฒนาทักษะทางสังคมเพื่อการทำงาน (Social Skills Development for Careers) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None บุคลากรที่องค์กรยุคใหม่ต้องการ ความสำคัญของบุคลิกภาพและการพัฒนาบุคลิกภาพ มารยาทในการเข้าสังคมและวัฒนธรรมไทย มนุษย์สัมพันธ์และการสื่อสารในการทำงาน คุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ การต่อต้านการทุจริต ความเป็นผู้นำ การพัฒนาความสามารถในการคิด แผนธุรกิจ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบบริหารคุณภาพ ISO9000 กฎหมายแรงงานที่ควรทราบ เทคนิคการสมัครงาน การเขียนจดหมายสมัครงาน ใบประวัติย่อ และการกรอกใบสมัคร เทคนิคการสัมภาษณ์งาน ประสบการณ์การทำงานของรุ่นพี่ | 3(3-0-6) |
| (3) กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | |
| STAT0115 | สถิติทั่วไป (General Statistics) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ทฤษฎีบทความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การอนุมานเชิงสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ การประยุกต์วิธีการเชิงสถิติสำหรับการใช้งานด้านการวิจัยเชิงวิศวกรรม ด้านสังคมและเศรษฐกิจด้วย | 3(3-0-6) | STAT0115 | สถิติสำหรับการแก้ปัญหา (Statistics for Problem Solving) วิชาบังคับก่อน : ไม่มี Prerequisite: None ทฤษฎีบทความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การอนุมานเชิงสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ การประยุกต์วิธีการเชิงสถิติสำหรับการใช้งานด้านการวิจัยเชิงวิศวกรรม ด้านสังคมและเศรษฐกิจ | 3(3-0-6) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|---|--|----------|----------------------------|--|----------|
| ข. หมวดวิชาเฉพาะ | | | | | |
| (1) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | | | | | |
| CHEM0120 | เคมี (Chemistry) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ปริมาณมวลสารสัมพันธ์และพื้นฐานทฤษฎีและโครงสร้างของอะตอม ทฤษฎีควอนตัมและโครงสร้างอิเล็กตรอนิกส์ของอะตอม สมบัติของแก๊ส ของเหลว ของแข็ง และสารละลาย พันธะเคมี สมการเคมี จลนศาสตร์เคมี สมดุลเคมี สมดุลไอออนิก กรดและเบส สมบัติตารางธาตุ โลหะและโลหะทรานซิชัน อุนหเคมี เทอร์โมไดนามิกส์ ไฟฟ้าเคมี นิวเคลียร์เคมี เคมีอินทรีย์ | 3(3-0-6) | CHEM0120 | เคมี (Chemistry) วิชาบังคับก่อน : ไม่มี Prerequisite: None ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีพื้นฐาน ซึ่งครอบคลุมเกี่ยวกับสมบัติของอิเล็กตรอนของอะตอม และโมเลกุล การคำนวณมวลสารสัมพันธ์ สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จลนศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรด-เบส อุนหเคมี ไฟฟ้าเคมี นิวเคลียร์เคมีและเคมีอินทรีย์ | 3(3-0-6) |
| CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี (Chemistry Laboratory) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ความร้อนของปฏิกิริยา อัตราเร็วของปฏิกิริยา ไทเทรชัน เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก สมดุลเคมี อินดิเคเตอร์กรด-เบส ปฏิิกิริยาการแทนที่ เปเปอร์โครมาโทกราฟี การทำคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร | 1(0-2-1) | CHEM0190 | ปฏิบัติการเคมี (Chemistry Laboratory) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None เปเปอร์โครมาโทกราฟี ปฏิิกิริยาแทนที่ อินดิเคเตอร์กรด-เบส ไทเทรชัน ความร้อนของปฏิกิริยา อัตราเร็วของ ปฏิิกิริยา สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก การทำคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร | 1(0-2-1) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|---|--|----------|----------------------------|--|----------|
| (2) กลุ่มวิชาพื้นฐานวิศวกรรมศาสตร์ | | | | | |
| MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ความสำคัญและประโยชน์ของวัสดุวิศวกรรม เช่น โลหะ พลาสติก วัสดุโพลีเมอร์ วัสดุกึ่งตัวนำ และวัสดุเชิงประกอบ เช่น คอนกรีต ซีเมนต์ ยางมะตอย ไม้ และโลหะผสม เฟสไดอะแกรมและความหมาย การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุวิศวกรรมและความหมาย การศึกษาโครงสร้างในระดับจุลภาคและมหภาคที่สัมพันธ์กับคุณสมบัติของวัสดุวิศวกรรม กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุวิศวกรรม วัสดุวิศวกรรม และการประยุกต์ใช้วัสดุวิศวกรรมในงานทางวิศวกรรม | 3(3-0-6) | MATS0310 | วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ความสำคัญและประโยชน์ของวัสดุวิศวกรรมกลุ่มหลักๆ เช่น โลหะ พอลิเมอร์ เซรามิก วัสดุกึ่งตัวนำ และวัสดุผสม เฟสไดอะแกรมและการแปลความหมาย การศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุ การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ การเสื่อมสภาพของวัสดุ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุวิศวกรรม และการประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรม | 3(3-0-6) |
| MECH0115 | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน (Basic Engineering Drawing) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None การเขียนตัวอักษร การเขียนภาพฉาย ภาพฉายและภาพสามมิติ การกำหนดขนาดและพิกัดความเผื่อ ภาพตัด ภาพช่วยและภาพคลี่ การร่างแบบมือเปล่า รายละเอียดและการเขียนแบบประกอบ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบเบื้องต้น | 3(2-2-5) | MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม (Fundamental Engineering Drafting) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None การเขียนตัวอักษร กฎและข้อกำหนดต่างๆ ของการเขียนแบบ การร่างแบบมือเปล่าและการเขียนรูปทรงเรขาคณิต การเขียนแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการมองเห็นภาพและการเขียนภาพในหลายมุมมองตั้งฉาก การมองเห็นภาพและการเขียนภาพในมุมมองสามมิติ การกำหนดขนาดและพิกัดความเผื่อ ภาพตัด ภาพช่วย การเขียนแบบสั่งงาน แบบงานท่อ แบบงานก่อสร้าง และแบบงานไฟฟ้า | 3(2-2-5) |
| MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ระบบของแรง แรงลัพธ์ และสมมูลของอนุภาคและวัตถุเกร็ง จุดศูนย์กลางถ่วงและจุดสมมูลของวัตถุใน 2 มิติ และ 3 มิติ การวิเคราะห์โครงสร้าง อาทิ เช่น โครงข้อหมุน โครงข้อแข็ง และเครื่องจักร ความผิด โมเมนต์ ความเฉื่อยของพื้นที่และมวล หลักการของงานสมมุติ การศึกษาเสถียรภาพของโครงสร้าง พลศาสตร์เบื้องต้น | 3(3-0-6) | MECH0110 | กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ระบบของแรง แรงลัพธ์ โมเมนต์ โมเมนต์ลัพธ์ สมมูลของอนุภาคและวัตถุเกร็ง ใน 2 มิติ และ 3 มิติ พื้นฐานการวิเคราะห์โครงสร้าง โครงข้อหมุน โครงข้อแข็งและกลไก ความผิด จุดศูนย์กลางถ่วง โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่และมวล พื้นฐานงานเสมือน เสถียรภาพโครงสร้าง พลศาสตร์ | 3(3-0-6) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|------------------------------------|--|----------|----------------------------|--|----------|
| MECH0215 | กลศาสตร์ของแข็ง (Solid Mechanics) วิชาบังคับก่อน: MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม Prerequisite: MECH0110 Engineering Mechanics แรงและความเค้น ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด แท่งตรงภายใต้ภาระแนวแกน การบิดของเพลลา คานตรงภายใต้การดัดล้วนและภาระดัดขวาง การแปลงรูปและวงกลมเมอร์ของความเค้นแนวระนาบ เกณฑ์การวิบัติภายใต้ ความเค้นแนวระนาบ แผนภาพของแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด การโก่งของคานโดยการหาปริพันธ์และวิธีการซ้อนทับ และการโก่งเดาะของเสา | 3(3-0-6) | MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials) วิชาบังคับก่อน: MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม Prerequisite: MECH0110 Engineering Mechanics ความเค้น ความเครียด สมบัติเชิงกลของวัสดุ การรับภาระตามแนวแกน การบิด สมดุลของคาน ความเค้นดัดฉากในคาน ความเค้นเฉือนในคาน การโก่งของคาน การแปลงความเค้น วงกลมเมอร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา | 3(3-0-6) |
| MECH0342 | เทคโนโลยีการผลิต (Manufacturing Technology) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None ฝีมือและมิติความเมื่อ ทัศนคติและแนวคิดของกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น งานหล่อ งานปรับคุณภาพวัสดุด้วยความร้อน งานขึ้นรูปแบบไม่เสียเศษ งานขึ้นรูปแบบเสียเศษ และงานเชื่อม ความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุและกระบวนการผลิต การประเมินต้นทุนการผลิต | 3(3-0-6) | MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None การเคลื่อนที่ทัศนคติและแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่ กระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว: งานหล่อโลหะ งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ กระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น กระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก: การกลึง การไส การกัด การตัด การเจาะ และการเจีย กระบวนการประกอบ: สกรู หมุด ยึด และการสวม การเชื่อมต่อวัสดุ: การเชื่อม การบัดกรีแข็ง การบัดกรีอ่อน และการใช้สารยึดติด การปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ: กระบวนการทางความร้อน, ผิว กระบวนการผลิตสมัยใหม่: เหล็กกล้าความต้านทานแรงสูง, โปโพลีพลาสติก, การพิมพ์ 3 มิติ กระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับเทรนด์ของเศรษฐกิจสีเขียวหมุนเวียนชีวภาพ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน | 3(3-0-6) |
| (3.1) กลุ่มวิชาพลวัตและระบบ | | | | | |
| MECH0360 | การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration) วิชาบังคับก่อน: MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม Prerequisite: MECH0111 Engineering Dynamics ระบบที่มีหนึ่งอันดับของความอิสระ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก การสั่นสะเทือนแบบบิตตัว วิธีของระบบสมมูล การสั่นสะเทือนแบบอิสระ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ วิถีงานเสมือน การสั่นสะเทือนของระบบที่มีการหน่วง การลดและการควบคุมการสั่นสะเทือน ระบบที่มีอันดับความอิสระหลายอันดับ | 3(3-0-6) | MECH0360 | การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration) วิชาบังคับก่อน: MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม Prerequisite: MECH0111 Engineering Dynamics ระบบที่มีหนึ่งอันดับอิสระ: การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก การสั่นสะเทือนแบบบิตตัว วิธีของระบบสมมูล การสั่นสะเทือนแบบอิสระ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ วิถีงานเสมือน การสั่นสะเทือนของระบบที่มีการหน่วง การวัดการสั่นสะเทือน การสั่นสะเทือนแบบอิสระ และแบบบังคับของระบบการสั่นหลายอันดับอิสระ การลดและการควบคุมการสั่นสะเทือน | 3(3-0-6) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|---|--|----------|----------------------------|---|----------|
| (3.2) กลุ่มวิชาของแข็งและการออกแบบ | | | | | |
| MECH0332 | การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine Design) วิชาบังคับก่อน: MECH0215 กลศาสตร์ของแข็ง Prerequisite: MECH0215 Solid Mechanics รายวิชานี้มุ่งไปที่พื้นฐานการออกแบบเชิงกล คุณสมบัติของวัสดุ และทฤษฎีความเสียหาย เช่นเดียวกับการออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐาน อาทิ เฟลาและชิ้นส่วนของเฟลา สปริง เกลียว รอยเชื่อม และหมุดย้ำ ตลับลูกปืน และชิ้นส่วนส่งถ่ายกำลัง ทั้งนี้ยังครอบคลุมถึงพื้นฐานของโครงการออกแบบด้วย | 3(3-0-6) | MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) วิชาบังคับก่อน: MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ Prerequisite: MECH0230 Mechanics of Materials ทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาวะสถิต ความล้าและทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาวะแปรเปลี่ยน หลักการออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐาน อาทิ เฟลาและส่วนประกอบของเฟลา สกรูยึด หมุดย้ำ รอยเชื่อม สปริง โรลลิงเบร็ง การส่งกำลังรูปแบบต่างๆ และโครงการออกแบบเชิงกล | 3(3-0-6) |
| MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design) วิชาบังคับก่อน : MECH0332 การออกแบบเครื่องจักรกล Prerequisite: MECH0332 Machine Design รายวิชานี้มุ่งที่จะต่อยอดความรู้และทักษะในการออกแบบเชิงกลของผู้เรียน พื้นฐานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD) จะถูกกล่าวถึงและถูกนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง และการทำงานร่วมภายใต้กระบวนการออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสม การวิเคราะห์ผลเฉลยจากการจำลองกลไกด้วยวัตถุแข็งเกร็ง จะถูกแสดงและนำไปใช้สร้างสำหรับแก้ปัญหาของระบบเชิงกลที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังครอบคลุมถึงการสร้างแบบเทคนิค (ภาพสามมิติ ภาพฉาย ภาพตัด และแบบประกอบ) และ GD&T (การกำหนดขนาดและพิถีพิถันความเผื่อเชิงมิติ) สำหรับชิ้นส่วนมาตรฐานเหล่านั้น | 3(2-2-5) | MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design) วิชาบังคับก่อน: MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม Prerequisite: MECH0105 Fundamental Engineering Drafting การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล แนวคิดกระบวนการออกแบบเครื่องกล รายละเอียดของแบบชิ้นส่วนทางเครื่องกล การแสดงฉายภาพมุมมองต่างๆ มาตรฐานของแบบและการกำหนดขนาด การกำหนดพิถีพิถันงานสวม การกำหนดคุณลักษณะผิว การกำหนดขนาด และพิถีพิถันความเผื่อเชิงมิติ (GD&T) การอ่านและเขียนแบบงานท่อ และการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม การเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ชิ้นส่วน 3D, การเขียนภาพประกอบ และกำหนดรายละเอียดแบบสั่งงาน) | 3(2-2-5) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | | |
|------------------------------|--|----------------------------|----------|---|----------|
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer Aided Mechanical Engineering) วิชาบังคับก่อน: MATH0211 คณิตศาสตร์ 4 Prerequisite: MATH0211 Mathematics IV หลักการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการออกแบบและวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล ลักษณะเฉพาะและหลักการของโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาใช้ การสร้างแบบจำลองทางฟิสิกส์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิธีการเชิงตัวเลขที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยคำนวณได้ ทฤษฎีและเทคนิคการแก้ปัญหาทางด้านความแข็งแรงของโครงสร้าง ความร้อน การไหล และ พลศาสตร์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์ ใช้วิธีหาค่าเฉลยจากการสร้างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล และปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง | 3(3-0-6) | MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรมเครื่องกล (Computer Aided Mechanical Engineering) วิชาบังคับก่อน: MECH0443 Computer Aided Mechanical Design Prerequisite: MECH0443 Computer Aided Mechanical Engineering การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล หลักการของโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาช่วยในสร้างและจำลองเชิงเพื่อหาค่าตอบและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ทางด้านความยืดหยุ่น พลวัต การไหล และการถ่ายเทความร้อน | 3(2-2-5) |
| (3.3) กลุ่มวิชาของไทย | | | | | |
| MECH0451 | เครื่องจักรกลกังหัน (Turbomachinery) วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไทย Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics สมการของเครื่องจักรกลกังหัน ทฤษฎีใบพัด ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการไหลในแนวแกนและในแนวรัศมีสำหรับเครื่องจักรกลกังหัน การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องจักรกังหัน สมรรถนะและจุดเดินเครื่องของปั๊มกังหันน้ำและกังหันแก๊ส | 3(3-0-6) | MECH0352 | เครื่องจักรกลของไทย (Fluid Machinery) วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไทย Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไทย เครื่องสูบน้ำแรงเหวี่ยง เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ กังหันไฮดรอลิก เครื่องอัดอากาศ เครื่องเป่าอากาศ และกังหันแก๊ส | 3(3-0-6) |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อสำหรับอาคาร (Design of Building Piping Systems) วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไทย Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics ระบบท่อในอาคาร เช่น ระบบประปา ระบบท่อสุขาภิบาล ระบบท่ออากาศ ระบบระบายน้ำฝน ระบบท่อดับเพลิง ระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อน้ำ เป็นต้น การหาขนาดท่อและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง การออกแบบระบบปั๊ม การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบท่อสำหรับอาคาร | 3(3-0-6) | MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ (Design of Piping System) วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไทย Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics ระบบประปา ระบบท่อในอาคาร การหาขนาดท่อ การออกแบบระบบปั๊ม ระบบท่อก๊าซ การเพิ่มความดันของน้ำในท่อ ระบบระบายน้ำฝน ระบบท่อดับเพลิง ระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อน้ำ | 3(3-0-6) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|--------------------------------|---|----------|----------------------------|--|----------|
| (3.4) กลุ่มวิชาความร้อน | | | | | |
| MECH0311 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) วิชาบังคับก่อน: MECH0220 อุณหพลศาสตร์ Prerequisite: MECH0220 Thermodynamics หลักการแปลงผันของพลังงาน การคำนวณภาระของโรงจักรต้นกำลัง การวิเคราะห์พลังงานของส่วนประกอบของโรงต้นกำลังกังหันไอน้ำและกังหันแก๊ส เชื้อเพลิงและการสันดาป โรงต้นกำลังกังหันแก๊สและเครื่องยนต์สันดาปภายใน วัฏจักรผสมและระบบโคเจนเนอเรชัน โรงต้นกำลังพลังนิวเคลียร์และพลังงาน เศรษฐศาสตร์โรงจักรต้นกำลัง การปลดปล่อยแก๊สพิษจากโรงจักรต้นกำลัง | 3(3-0-6) | MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) วิชาบังคับก่อน: MECH0220 อุณหพลศาสตร์ Prerequisite: MECH0220 Thermodynamics ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่ 1 และ 2 ทางอุณหพลศาสตร์ หลักการแปลงรูปพลังงาน ตัวประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้า โรงจักรต้นกำลังพลังไอน้ำ การวิเคราะห์พลังงานของวัฏจักรพลังไอน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยของการให้ความร้อน การให้ความร้อนซ้ำกับไอน้ำ รีเจนเนอเรชัน การอุ่นน้ำป้อนและเครื่องอุ่นน้ำป้อน เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิด โคเจนเนอเรชัน กังหันไอน้ำ โรงจักรต้นกำลังกังหันแก๊ส การวิเคราะห์พลังงานของวัฏจักรกังหันแก๊ส การปรับปรุงสมรรถนะของวัฏจักรกังหันแก๊ส โรงไฟฟ้าวัฏจักรรวม วัฏจักรไอคู่ วัฏจักรควบสาม โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ โรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ โรงไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพ | 3(3-0-6) |
| MECH0462 | การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) วิชาบังคับก่อน: MECH0220 อุณหพลศาสตร์ Prerequisite: MECH0220 Thermodynamics หลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน การนำความร้อนสภาวะคงตัว การนำความร้อนสภาวะไม่คงตัว หลักการพาความร้อน การพาความร้อนแบบอิสระและแบบบังคับ การเดือดและการควบแน่น การประยุกต์ใช้งานการถ่ายเทความร้อน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและการเพิ่มการถ่ายเทความร้อน กระบวนการและสมบัติการแผ่รังสีความร้อน การแผ่รังสีความร้อนระหว่างพื้นผิว | 3(3-0-6) | MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) วิชาบังคับก่อน: MECH0220 อุณหพลศาสตร์ Prerequisite: MECH0220 Thermodynamics หลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน หลักการความต้านทานความร้อน สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม การนำความร้อนสภาวะคงตัว สมการทั่วไปของการนำความร้อนในพิกัดต่างๆ ที่มีและไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน การถ่ายเทความร้อนผ่านครีป การนำความร้อนสภาวะไม่คงตัว หลักการพาความร้อน การพาความร้อนแบบอิสระและแบบบังคับ การไหลภายนอกด้วยการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การไหลภายในด้วยการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การถ่ายเทความร้อนของกลุ่มท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การเดือดและการควบแน่น ประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การคำนวณเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน กระบวนการและสมบัติการแผ่รังสีความร้อน การแผ่รังสีความร้อนระหว่างพื้นผิว การพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน | 3(3-0-6) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|---|--|------------|----------------------------|--|----------------|
| (3.5) กลุ่มวิชาร่วมสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล | | | | | |
| EECC0232 | <p>พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Basic Electrical Engineering) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None</p> <p>ปริมาณพื้นฐานทางไฟฟ้า การวิเคราะห์วงจร DC และ AC กฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ การวิเคราะห์วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน ขดลวดเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ และหม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์และการใช้งาน วงจรกระแสสลับ วงจรออปแอมป์เบื้องต้น ระบบไฟฟ้าสามเฟส วิธีส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับเบื้องต้น พื้นฐานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า</p> | 3(2-2-5) | EECC0232 | <p>พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Fundamental Electrical Engineering) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None</p> <p>วงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น: พื้นฐานและกฎทางไฟฟ้า ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์สะสมพลังงาน การวิเคราะห์เฟสเซอร์ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสและสามเฟส ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ออปแอมป์ เครื่องจักรกลไฟฟ้าและระบบไฟฟ้ากำลัง: กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ สายไฟฟ้า และระบบการเดินสายไฟฟ้า อุปกรณ์และระบบป้องกันทางไฟฟ้า มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าเบื้องต้น หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องจักรกลไฟฟ้าเบื้องต้น ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบควบคุมทางไฟฟ้ากำลัง ยานยนต์ไฟฟ้า และแบตเตอรี่ พลังงานหมุนเวียน แนะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น IoT, AI และอื่นๆ สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ</p> | 3(2-2-5) |
| INDT0390 | <p>การฝึกงานอุตสาหกรรม (Industrial Training) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี พื้นความรู้: มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 104 หน่วยกิต Prerequisite: None Requirement: Accumulative Credit > 104</p> <p>นักศึกษาทุกคนต้องผ่านการฝึกงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในห้องปฏิบัติการมาตรฐานที่ทางมหาวิทยาลัยรับรอง ในช่วงภาคฤดูร้อนระหว่างชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ติดต่อกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีประสบการณ์พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานและวิธีปฏิบัติตัวในโรงงานอุตสาหกรรม นักศึกษาต้องส่งรายงานการฝึกงานเมื่อเสร็จสิ้นการฝึกงาน</p> | 0(0-160-0) | INDT0390 | <p>การฝึกงานอุตสาหกรรม (Industrial Internship) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี ข้อกำหนด: มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต Prerequisite: None Requirement: Accumulative credit must not be less than 103 credits with GPA not lower than 1.95</p> <p>นักศึกษาทุกคนต้องผ่านการฝึกงานในโรงงานอุตสาหกรรมหรือในห้องปฏิบัติการมาตรฐานที่ทางมหาวิทยาลัยรับรอง ในช่วงภาคฤดูร้อนระหว่างชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ติดต่อกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีประสบการณ์พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานและวิธีปฏิบัติตัวในโรงงานอุตสาหกรรม นักศึกษาต้องส่งรายงานการฝึกงานเมื่อเสร็จสิ้นการฝึกงาน</p> | 0(240 ชั่วโมง) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|------------------------|--|----------|----------------------------|---|----------|
| MECH0490 | <p>โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 (Mechanical Engineering Project I) วิชาบังคับก่อน: MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ ข้อกำหนด: มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 104 หน่วยกิต Prerequisite: MUTA0002 Critical Project Design Requirement: Accumulative Credit > 104</p> <p>เทคนิคในการเขียนโครงร่างปริญญาณิพนธ์ ปริญญาณิพนธ์ การรวบรวมข้อมูล การค้นคว้าเอกสารอ้างอิง การรวบรวมผลงานตีพิมพ์ หรือรายงานที่อยู่ในความสนใจของนักศึกษา และเกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการที่จะทำต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อโครงการเพื่อ</p> <p>ก. ศึกษาหาความเป็นไปได้ของโครงการ ข. ศึกษาหาความรู้พื้นฐานและภูมิหลังเกี่ยวกับโครงการ ค. วางแผนการวิจัยและพัฒนาโครงการทั้งทางด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ ง. พิจารณาถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับ เมื่อโครงการประสบผลสำเร็จทั้งทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม จ. เขียนรายงานส่งอาจารย์ที่ปรึกษาตามหัวข้อที่ได้กล่าวมาแล้วพร้อมทั้งสอปากเปล่า โดยอาจจะมีการทดลองหรือพัฒนาโครงการล่วงหน้าไปได้</p> | 2(0-6-3) | MECH0490 | <p>โครงการวิศวกรรมเครื่องกล 1 (Mechanical Engineering Project I) วิชาบังคับก่อน: MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ ข้อกำหนด: มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 103 หน่วยกิต ด้วยเกรดเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 1.95 Prerequisite: MUTA0002 Critical Project Design Requirement: Accumulative credit must not be less than 103 credits with GPA not lower than 1.95.</p> <p>เทคนิคในการเขียนโครงร่างปริญญาณิพนธ์ ปริญญาณิพนธ์ การรวบรวมข้อมูล การค้นคว้าเอกสารอ้างอิง การรวบรวมผลงานตีพิมพ์ หรือรายงานที่อยู่ในความสนใจของนักศึกษา และเกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการที่จะทำต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อโครงการเพื่อ</p> <p>ก. ศึกษาหาความเป็นไปได้ของโครงการ ข. ศึกษาหาความรู้พื้นฐานและภูมิหลังเกี่ยวกับโครงการ ค. วางแผนการวิจัยและพัฒนาโครงการทั้งทางด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ ง. พิจารณาถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับ เมื่อโครงการประสบผลสำเร็จทั้งทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม จ. เขียนรายงานส่งอาจารย์ที่ปรึกษาตามหัวข้อที่ได้กล่าวมาแล้วพร้อมทั้งสอปากเปล่า โดยอาจจะมีการทดลองหรือพัฒนาโครงการล่วงหน้าไปได้</p> | 2(0-6-3) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | |
|------------------------|---|----------|----------------------------|---|----------|
| MECH0492 | <p>โครงการสหกิจสาขาวิศวกรรมเครื่องกล (Cooperative Mechanical Engineering Project) วิชาบังคับก่อน: COOP0011 สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล Prerequisite: COOP0011 Co-Operative Educations in Mechanical Engineering เทคนิคในการเขียนโครงร่างปริญญานิพนธ์ ปริญญานิพนธ์ การรวบรวมข้อมูล การค้นคว้าเอกสารอ้างอิง การรวบรวมผลงานตีพิมพ์ หรือรายงานที่อยู่ในความสนใจของนักศึกษา และเกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการที่จะทำต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อโครงการเพื่อ</p> <p>ก. ศึกษาหาความเป็นไปได้ของโครงการ ข. ศึกษาหาความรู้พื้นฐานและภูมิหลังเกี่ยวกับโครงการ ค. วางแผนการวิจัยและพัฒนาโครงการทั้งทางด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ ง. พิจารณาถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับ เมื่อโครงการประสบผลสำเร็จทั้งทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม จ. เขียนรายงานส่งอาจารย์ที่ปรึกษาตามหัวข้อที่ได้กล่าวมาแล้วพร้อมทั้งสอบปากเปล่า โดยอาจจะมีการทดลองหรือพัฒนาโครงการล่วงหน้าไปได้</p> | 2(0-6-3) | MECH0492 | <p>โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล (Cooperative Mechanical Engineering Project) วิชาบังคับก่อน: MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์ ข้อกำหนด: มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 109 หน่วยกิต ด้วยเกรดเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 1.95 Prerequisite: MUTA0002 Critical Project Design Requirement: Accumulative credit must not be less than 109 credits with GPA not lower than 1.95.</p> <p>ศึกษา ค้นคว้า และเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา ที่ได้ทำร่วมกับสถานประกอบการในวิชาสหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกลในภาคการศึกษาถัดไป โดยจะต้องส่งปริญญานิพนธ์และเสนอผลงานต่อคณาจารย์ในสาขาวิชาเพื่อการประเมินผลเมื่อจบภาคการศึกษา การวัดผลจะประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์นิเทศ และพนักงานที่ปรึกษา โดยส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ ประกอบด้วย</p> <p>ก. ภูมิหลังอันเกี่ยวข้องกับโครงการ ข. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ค. วิธีออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหา ง. กำหนดเกณฑ์และแนวทางการประเมินผล</p> | 2(0-6-3) |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | |
|------------------------|--|----------------------------|--|
| COOP0011 | <p>สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล 8(0-360-0)</p> <p>(Co-Operative Educations in Mechanical Engineering)</p> <p>วิชาบังคับก่อน: MUTA0002 การออกแบบโครงการเชิงวิเคราะห์</p> <p>ข้อกำหนด: มีหน่วยกิตสะสมไม่น้อยกว่า 104 หน่วยกิต ด้วยเกรดเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 1.95</p> <p>Prerequisite: MUTA0002 Critical Project Design</p> <p>Requirement: Accumulative credit must not be less than 104 credits with GPA not lower than 1.95.</p> <p>การศึกษาภายใต้การดูแลร่วมกันระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ เพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับประสบการณ์การทำงานจริง โดยนักศึกษาจะได้นำประสบการณ์ที่ได้มาปรับปรุงตนเองให้เป็นวิศวกรที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและนำไปสู่แนวความคิดและความสามารถเชิงปฏิบัติได้อย่างแท้จริง สามารถนำองค์ความรู้ไปสู่การพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการ การของภาคอุตสาหกรรม นักศึกษาจะต้องเข้าปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรหรือเทียบเท่า ในลักษณะพนักงานชั่วคราวภายใต้การกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดจากพนักงานหรือวิศวกรที่ปรึกษาของสถานประกอบการ เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานแล้ว นักศึกษาจะต้องนำส่งรายงานและนำเสนอต่อคณะกรรมการสาขาวิชาเพื่อการประเมินผล การวัดผลจะประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์นิเทศ และพนักงานที่เป็นที่ปรึกษา</p> | COOP0011 | <p>สหกิจศึกษาทางวิศวกรรมเครื่องกล 8(0-360-0)</p> <p>(Co-Operative Educations in Mechanical Engineering)</p> <p>วิชาบังคับก่อน : สอบผ่านวิชา MECH0492 โครงการสหกิจวิศวกรรมเครื่องกล</p> <p>Prerequisite : MECH0492 Co-operative Mechanical Engineering Project</p> <p>การศึกษาภายใต้การดูแลร่วมกันระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ เพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับประสบการณ์การทำงานจริง โดยนักศึกษาจะได้นำประสบการณ์ที่ได้มาปรับปรุงตนเองให้เป็นวิศวกรที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและนำไปสู่แนวความคิดและความสามารถเชิงปฏิบัติได้อย่างแท้จริง สามารถนำองค์ความรู้ไปสู่การพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับความต้องการ การของภาคอุตสาหกรรม นักศึกษาจะต้องเข้าปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรหรือเทียบเท่า ในลักษณะพนักงานชั่วคราวภายใต้การกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดจากพนักงานหรือวิศวกรที่ปรึกษาของสถานประกอบการ เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานแล้ว นักศึกษาจะต้องนำส่งรายงานและนำเสนอต่อคณะกรรมการสาขาวิชาเพื่อการประเมินผล การวัดผลจะประเมินโดยอาจารย์ที่ปรึกษา คณาจารย์นิเทศ และพนักงานที่เป็นที่ปรึกษา</p> |

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดวิชาที่มีการปรับปรุงเนื้อหาวิชา (ต่อ)

| หลักสูตรเดิม พ.ศ. 2560 | | หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 | | | |
|--|--|----------------------------|----------|---|----------|
| (4) กลุ่มวิชาเฉพาะเลือก | | | | | |
| (4.2) แขนงวิชาของแข็งและการออกแบบ | | | | | |
| MECH0320 | กลศาสตร์ของแข็งประยุกต์ (Applied Solid Mechanics) วิชาบังคับก่อน: MECH0215 กลศาสตร์ของแข็ง Prerequisite: MECH0215 Solid Mechanics ความเค้นรวมศูนย์ การเสียรูปถาวร และความเค้นตกค้างของแท่งตรง เพลลา และคานตรง ความเค้นใน ภาชนะรับความดันผนังบาง การแปลงรูปและวงกลมมอร์ของความเครียดแนวระนาบ ภาวะกระแทกและวิธีงานพลังงาน การโก่งของคานภายใต้การดัดแบบไม่สมมาตรและคานโค้งโดยวิธีพื้นที่โมเมนต์ และการแก้ปัญหาโดยวิธีพลังงาน | 3(3-0-6) | MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ (Applied Mechanics of Materials) วิชาบังคับก่อน: MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ Prerequisite: MECH0230 Mechanics of Materials ความเค้นหนาแน่น ความเค้นดัดในคานประกอบและคานโค้ง การดัดแบบไม่สมมาตร การแปลงรูป ความเครียดในระนาบ วงกลมของมอร์ ความเค้นหลักใน 3 มิติ การโก่งตัวของคานด้วยวิธีซิงกูลาร์ริตี้ วิธีพลังงาน ความเครียด และทฤษฎีของแคสทิเลียโนส การแก้ปัญหาภาวะกระแทกด้วยวิธีพลังงาน | 3(3-0-6) |
| MECH0440 | การวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น (Introduction to Finite Element Analysis) วิชาบังคับก่อน: ไม่มี Prerequisite: None การแนะนำกระบวนการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ การทบทวนระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้อง การสร้างสมการไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับชิ้นส่วนย่อยพื้นฐาน การแปลงระบบพิกัดของสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ การสร้างระบบรวมของสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ การกำหนดและใช้งานเงื่อนไขขอบเขตและภาวะกระทำ การวิเคราะห์ปัญหาแบบหนึ่งและสองมิติ และการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ขั้นแนะนำ | 3(3-0-6) | MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น (Introduction to Finite Element Analysis) วิชาบังคับก่อน: MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล Prerequisite: MECH0301 Numerical Methods for Mechanical Engineering การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น; สมการ 1 มิติของ เอลิเมนต์สปริงคองที่ เอลิเมนต์ชิ้นต่อโยงคองที่ การจำลองระบบของเอลิเมนต์คองที่ 1 มิติ และการหาคำตอบของระบบของเอลิเมนต์คองที่ 1 มิติ สมการ 2 มิติของเอลิเมนต์คองที่ การจำลองระบบของเอลิเมนต์คองที่ 2 มิติ และการหาคำตอบของระบบของเอลิเมนต์คองที่ 2 มิติ Spread sheet ในการดำเนินการกับเมตริก กระบวนการจัดเตรียม การหาคำตอบ กระบวนการขึ้นปลาย | 3(3-0-6) |
| (4.3) แขนงวิชาของไหล | | | | | |
| MECH0455 | กังหันแก๊ส (Gas Turbine) วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไหล Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics ความเป็นมาของกังหันแก๊ส ทบทวนอุณหพลศาสตร์ กลศาสตร์ของไหลและการเผาไหม้ วัฏจักรกังหันแก๊สและตัวแปรที่ส่งผลต่อสมรรถนะของวัฏจักร กังหันแก๊สต้นกำลัง กังหันแก๊สสำหรับขับเคลื่อนอากาศยาน เครื่องอัด กังหัน ทางเข้า ห้องเผาไหม้และหัวฉีด การจับคู่อุปกรณ์ | 3(3-0-6) | MECH0455 | กังหันแก๊ส (Gas Turbine) วิชาบังคับก่อน: MECH0210 กลศาสตร์ของไหล Prerequisite: MECH0210 Fluid Mechanics ชนิดของเครื่องยนต์และการทำงาน วัฏจักรของกังหันแก๊ส การปรับปรุงสมรรถนะของกังหันแก๊ส เครื่องยนต์กังหันแก๊สที่ใช้กับเครื่องบิน อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับกังหันแก๊ส | 3(3-0-6) |

ภาคผนวก ข
คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร



คำสั่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ที่ ๐๑๙/๒๕๖๔

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕)

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

เพื่อให้การปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕) ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นไปด้วยความเรียบร้อยตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ และตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๔๓ แห่งพระราชบัญญัติสถาบันอุดมศึกษาเอกชน พ.ศ. ๒๕๔๖ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕) คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

- | | |
|---|---------------------|
| ๑. นายมานิตย์ กู้ธนพัฒน์ | ประธานกรรมการ |
| ตำแหน่ง ประธานอนุกรรมการรับรองปริญญาฯ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ผู้แทนจากสภาวิศวกร) | |
| ๒. ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช | กรรมการ |
| ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ | |
| ๓. ดร.ไพศาล สมประกิจ | กรรมการ |
| ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอส.พี.เค เมทัล เวอคส์ จำกัด | |
| ๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาโย ช่างเจริญ | กรรมการ |
| ๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิตะพล หุยนันท | กรรมการ |
| ๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา สำรวยสินธุ์ | กรรมการ |
| ๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรวุฒิ สังวรกาญจน์ | กรรมการ |
| ๘. ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ | กรรมการ |
| ๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ เรืองพยุศักดิ์ | กรรมการและเลขานุการ |

/อำนาจหน้าที่...

- ๒ -

อำนาจหน้าที่

ให้คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕) มีหน้าที่พิจารณา และพัฒนาหลักสูตรให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (TQF)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๘ เมษายน พ.ศ. ๒๕๖๔



(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเจตน์ จันทพงษ์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ภาคผนวก ค

ข้อบังคับและระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2564

S – CAO – 074

แก้ไขครั้งที่ : 0



ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี
พ.ศ. ๒๕๖๔

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อให้การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ได้มาตรฐานและคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๔ (๒) แห่งพระราชบัญญัติสถาบันอุดมศึกษาเอกชน พ.ศ. ๒๕๔๖ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในการประชุมครั้งที่ ๔/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๒๖ สิงหาคม ๒๕๖๔ มีมติให้ออกข้อบังคับไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ข้อบังคับนี้เรียกว่า “ ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๖๔ ”

ข้อ ๒ ข้อบังคับนี้ให้มีผลบังคับใช้ถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิกข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๐ ลงวันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๕๐

บรรดาข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศ หรือคำสั่งอื่นใดในส่วนที่ได้กำหนดไว้แล้วในข้อบังคับนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ ให้ใช้ข้อบังคับนี้แทน

ข้อ ๔ ในข้อบังคับนี้

“ มหาวิทยาลัย ” หมายความว่า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

“ สภามหาวิทยาลัย ” หมายความว่า สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

“ อธิการบดี ” หมายความว่า อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

“ คณบดี ” หมายความว่า คณบดีประจำคณะในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

“ นักศึกษา ” หมายความว่า ผู้เข้ารับการศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

“ คณะกรรมการวิชาการ ” หมายความว่า คณะกรรมการวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

“ อาจารย์ประจำ ” หมายความว่า บุคคลที่ดำรงตำแหน่งอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ ในสถาบันมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่มีหน้าที่รับผิดชอบตามพันธกิจของการอุดมศึกษา และปฏิบัติหน้าที่เต็มเวลา

/“ อาจารย์ ”...

- ๒ -

“ อาจารย์ประจำหลักสูตร ” หมายความว่า อาจารย์ประจำที่มีคุณวุฒิตั้งหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาของหลักสูตรที่เปิดสอน ซึ่งมีหน้าที่สอนและค้นคว้าวิจัยในสาขาวิชาดังกล่าว ทั้งนี้ สามารถเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรหลายหลักสูตรได้ในเวลาเดียวกัน แต่ต้องเป็นหลักสูตรที่อาจารย์ผู้นั้นมีคุณวุฒิตั้ง หรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาของหลักสูตร

“ อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ” หมายความว่า อาจารย์ประจำหลักสูตรที่มีภาระหน้าที่ในการบริหารและพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน ตั้งแต่การวางแผน การควบคุมคุณภาพ การติดตามประเมินผล และการพัฒนาหลักสูตร อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรต้องอยู่ประจำหลักสูตรนั้นตลอดระยะเวลาที่จัดการศึกษา โดยจะเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเกินกว่า ๑ หลักสูตรในเวลาเดียวกันไม่ได้ ยกเว้นมหาวิทยาลัย หรือ สหวิทยาการ ให้เป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรได้อีกหนึ่งหลักสูตรและอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร สามารถเข้าได้ไม่เกิน ๒ คน

“ อาจารย์พิเศษ ” หมายความว่า ผู้สอนที่ไม่ใช่อาจารย์ประจำ

ข้อ ๕ เพื่อให้การดำเนินงานเกี่ยวกับการศึกษาระดับปริญญาตรีเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ให้อธิการบดีมีอำนาจในการออกระเบียบ หรือประกาศ หรือคำสั่ง หรือกำหนดวิธีการเพื่อปฏิบัติให้เป็นไปตามข้อบังคับนี้ ส่วนการดำเนินการใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาระดับปริญญาตรีซึ่งมิได้กำหนดไว้ในข้อบังคับนี้ และมีได้มีข้อบังคับหรือระเบียบอื่นกำหนดไว้ หรือไม่เป็นไปตามข้อบังคับนี้ ให้นำเสนอคณะกรรมการวิชาการ และ สภามหาวิทยาลัยเป็นกรณีไป

ข้อ ๖ ให้อธิการบดีรักษาการตามข้อบังคับนี้ ในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติ ให้อธิการบดีเป็นผู้วินิจฉัยชี้ขาดโดยคำวินิจฉัยหรือคำสั่งอธิการบดีถือเป็นที่สุด

หมวด ๑ ระบบการจัดการศึกษา

ข้อ ๗ มหาวิทยาลัยมีการจัดระบบการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ดังนี้

(๑) ระบบทวิภาค โดย ๑ ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น ๒ ภาคการศึกษาปกติ ได้แก่ ภาคการศึกษาที่ ๑ และภาคการศึกษาที่ ๒ มีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่าภาคการศึกษาละ ๑๕ สัปดาห์ และอาจมีภาคการศึกษาฤดูร้อนต่อจากภาคการศึกษาที่ ๒ ได้ โดยมีสัดส่วนระยะเวลาและจำนวนหน่วยกิตเทียบเคียงกันได้กับการศึกษาในภาคการศึกษาปกติ

(๒) ระบบไตรภาค โดย ๑ ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น ๓ ภาคการศึกษาปกติ ๑ ภาคการศึกษาปกติ มีระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑๒ สัปดาห์

โดย ๑ หน่วยกิตระบบไตรภาค เทียบได้กับ ๑๒/๑๕ หน่วยกิตระบบทวิภาค หรือ ๔ หน่วยกิตระบบทวิภาค เทียบได้กับ ๕ หน่วยกิตระบบไตรภาค

ข้อ ๘ มหาวิทยาลัยมีการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีทั้งในและนอกเวลาราชการ โดยอาจจัดการเรียนการสอนแบบชั้นเรียน หรือการเรียนรู้โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์

/ข้อ ๙...

- ๓ -

ข้อ ๙ การคิดหน่วยกิต

(๑) รายวิชาภาคทฤษฎี ที่ใช้เวลาบรรยายหรืออภิปรายปัญหาไม่น้อยกว่า ๑๕ ชั่วโมง ต่อภาคการศึกษาปกติ ให้มีค่าเท่ากับ ๑ หน่วยกิตระบบทวิภาค

(๒) รายวิชาภาคปฏิบัติ ที่ใช้เวลาฝึกหรือทดลองไม่น้อยกว่า ๓๐ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติ ให้มีค่าเท่ากับ ๑ หน่วยกิตระบบทวิภาค

(๓) การฝึกงานหรือการฝึกภาคสนาม ที่ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า ๔๕ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติ ให้มีค่าเท่ากับ ๑ หน่วยกิตระบบทวิภาค

(๔) การทำโครงการหรือกิจกรรมการเรียนรู้อื่นใดตามที่ได้รับมอบหมาย ที่ใช้เวลาทำโครงการหรือกิจกรรมนั้น ๆ ไม่น้อยกว่า ๔๕ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติ ให้มีค่าเท่ากับ ๑ หน่วยกิตระบบทวิภาค

หมวด ๒

หลักสูตรการศึกษา

ข้อ ๑๐ หลักสูตรปริญญาตรี แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม ดังนี้

(๑) หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ แบ่งเป็น ๒ แบบ ได้แก่

(๑.๑) หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ ที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรอบรู้ทั้ง ภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ เน้นความรู้และทักษะด้านวิชาการ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างสร้างสรรค์

(๑.๒) หลักสูตรปริญญาตรีแบบก้าวหน้าทางวิชาการ ซึ่งเป็นหลักสูตรปริญญาตรี สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ มุ่งเน้นผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถระดับสูง โดยใช้หลักสูตรปกติที่เปิดสอนอยู่แล้ว ให้รองรับศักยภาพของผู้เรียน โดยกำหนดให้ผู้เรียนได้ศึกษาบางรายวิชาในระดับบัณฑิตศึกษาที่เปิดสอนอยู่แล้ว และสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ทำวิจัยที่ลุ่มลึกทางวิชาการ

(๒) หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ แบ่งเป็น ๒ แบบ ได้แก่

(๒.๑) หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ ที่มุ่งผลิตบัณฑิตให้มีความรอบรู้ ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ เน้นความรู้ สมรรถนะและทักษะด้านวิชาชีพตามข้อกำหนดของมาตรฐานวิชาชีพ หรือมีสมรรถนะและทักษะด้านการปฏิบัติเชิงเทคนิคในศาสตร์สาขาวิชานั้น ๆ โดยผ่านการฝึกงานในสถานประกอบการ หรือสหกิจศึกษา หลักสูตรแบบนี้เท่านั้นที่จัดหลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) ได้ เพราะมุ่งผลิตบัณฑิตที่มีทักษะการปฏิบัติการอยู่แล้ว ให้มีความรู้ด้านวิชาการมากยิ่งขึ้น รวมทั้งได้รับการฝึกปฏิบัติขั้นสูงเพิ่มเติม

หลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) ถือเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปริญญาตรี และจะต้องสะท้อนปรัชญาและเนื้อหาสาระของหลักสูตรปริญญาตรีนั้น ๆ โดยครบถ้วน และให้ระบุคำว่า “ต่อเนื่อง” ในวงเล็บต่อท้ายชื่อหลักสูตร

(๒.๒) หลักสูตรปริญญาตรีแบบก้าวหน้าทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ ซึ่งเป็นหลักสูตรสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ มุ่งเน้นผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ สมรรถนะทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการขั้นสูง โดยใช้หลักสูตรปกติที่เปิดสอนอยู่แล้ว ให้รองรับศักยภาพของผู้เรียน โดยกำหนดให้ผู้เรียนได้ศึกษาบางรายวิชาในระดับบัณฑิตศึกษาที่เปิดสอนอยู่แล้ว และทำวิจัยที่ลุ่มลึกหรือได้รับการฝึกปฏิบัติขั้นสูงในหน่วยงาน องค์กร หรือสถานประกอบการ

หลักสูตรปริญญาตรีแบบก้าวหน้าทางวิชาการหรือทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ ต้องมีการเรียนรายวิชาในระดับบัณฑิตศึกษาไม่น้อยกว่า ๑๒ หน่วยกิต

/ข้อ ๑๑...

- ๔ -

ข้อ ๑๑ โครงสร้างหลักสูตร ประกอบด้วยหมวดวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเฉพาะ และหมวดวิชาเลือกเสรี โดยมีสัดส่วนจำนวนหน่วยกิตของแต่ละหมวดวิชา ดังนี้

(๑) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๓๐ หน่วยกิต

(๒) หมวดวิชาเฉพาะ วิชาแกน วิชาเฉพาะด้าน วิชาพื้นฐานวิชาชีพและวิชาชีพ ที่มุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และปฏิบัติงานได้ โดยให้มีจำนวนหน่วยกิตรวม ดังนี้

(๒.๑) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) ทางวิชาการ ให้มีจำนวนหน่วยกิตหมวดวิชาเฉพาะรวมไม่น้อยกว่า ๗๒ หน่วยกิต

(๒.๒) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) ทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ ให้มีจำนวนหน่วยกิตหมวดวิชาเฉพาะรวมไม่น้อยกว่า ๗๒ หน่วยกิต โดยต้องเรียนวิชาทางปฏิบัติการตามที่มีมาตรฐานวิชาชีพกำหนด หากไม่มีมาตรฐานวิชาชีพกำหนดต้องเรียนวิชาทางปฏิบัติการไม่น้อยกว่า ๓๖ หน่วยกิต และทางทฤษฎีไม่น้อยกว่า ๒๔ หน่วยกิต

หลักสูตร (ต่อเนื่อง) ให้มีจำนวนหน่วยกิตหมวดวิชาเฉพาะรวมไม่น้อยกว่า ๔๒ หน่วยกิต ในจำนวนนั้นต้องเป็นวิชาทางทฤษฎีไม่น้อยกว่า ๑๘ หน่วยกิต

(๒.๓) หลักสูตรปริญญาตรี (๕ ปี) ให้มีจำนวนหน่วยกิตหมวดวิชาเฉพาะรวมไม่น้อยกว่า ๙๐ หน่วยกิต

(๒.๔) หลักสูตรปริญญาตรี (ไม่น้อยกว่า ๖ ปี) ให้มีจำนวนหน่วยกิตหมวดวิชาเฉพาะรวมไม่น้อยกว่า ๑๐๘ หน่วยกิต

มหาวิทยาลัยอาจจัดหมวดวิชาเฉพาะในลักษณะวิชาเอกเดี่ยว วิชาเอกคู่ หรือวิชาเอกและวิชาโทก็ได้ โดยวิชาเอกต้องมีจำนวนหน่วยกิตไม่น้อยกว่า ๓๐ หน่วยกิต และวิชาโทต้องมีจำนวนหน่วยกิตไม่น้อยกว่า ๑๕ หน่วยกิต ในกรณีที่จัดหลักสูตรแบบวิชาเอกคู่ต้องเพิ่มจำนวนหน่วยกิตของวิชาเอกอีกไม่น้อยกว่า ๓๐ หน่วยกิต และให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๑๕๐ หน่วยกิต

สำหรับหลักสูตรปริญญาตรีแบบก้าวน้ำ ผู้เรียนต้องเรียนนิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษาในหมวดวิชาเฉพาะไม่น้อยกว่า ๑๒ หน่วยกิต

(๓) หมวดวิชาเลือกเสรี หมายถึง วิชาที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ตามที่ตนเองถนัดหรือสนใจ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ในหลักสูตรระดับปริญญาตรี โดยให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต

ข้อ ๑๒ การเทียบโอนหน่วยกิต

มหาวิทยาลัยอาจยกเว้นหรือเทียบโอนหน่วยกิตรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเฉพาะ และหมวดวิชาเลือกเสรี ให้กับนักศึกษาที่มีความรู้ความสามารถ ที่สามารถวัดมาตรฐานได้ ทั้งนี้ นักศึกษาต้องศึกษาให้ครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดไว้ในเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร และเป็นไปตามหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาเข้าสู่การศึกษาในระบบ แนวปฏิบัติที่ดีเกี่ยวกับการเทียบโอนของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยหลักเกณฑ์การเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาตรี

ข้อ ๑๓ จำนวน คุณวุฒิ และคุณสมบัติของอาจารย์

๑๓.๑ หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ ประกอบด้วย

(๑) อาจารย์ประจำหลักสูตร มีคุณวุฒิขั้นต่ำปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และต้องมีผลงานทางวิชาการที่ใช้ส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา และเป็นผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในการพิจารณาแต่งตั้งให้บุคคลดำรงตำแหน่งทางวิชาการอย่างน้อย ๑ รายการ ในรอบ ๕ ปีย้อนหลัง

/ (๒) อาจารย์...

- ๕ -

(๒) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร มีคุณวุฒิและคุณสมบัติเช่นเดียวกับอาจารย์ประจำหลักสูตร จำนวนอย่างน้อย ๕ คน กรณีที่หลักสูตรจัดให้มีวิชาเอกมากกว่า ๑ วิชาเอก ให้จัดอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่มีคุณวุฒิและคุณสมบัติตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอนไม่น้อยกว่าวิชาเอกละ ๓ คน

กรณีที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสาขาวิชาที่ไม่สามารถสรรหาอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรครบตามจำนวน มหาวิทยาลัยต้องเสนอจำนวนและคุณวุฒิของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่มีนั้นให้คณะกรรมการการอุดมศึกษาพิจารณาเป็นรายกรณี

(๓) อาจารย์ผู้สอน อาจเป็นอาจารย์ประจำหรืออาจารย์พิเศษที่มีคุณวุฒิขั้นต่ำปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาวิชานั้นหรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน หรือในสาขาวิชาของรายวิชาที่สอน

ในกรณีที่มีอาจารย์ประจำที่มีคุณวุฒิปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และทำหน้าที่อาจารย์ผู้สอนก่อนที่เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ จะประกาศใช้ให้สามารถทำหน้าที่อาจารย์ผู้สอนต่อไปได้

ในกรณีของอาจารย์พิเศษอาจได้รับการยกเว้นคุณวุฒิปริญญาโท แต่ทั้งนี้ต้องมีคุณวุฒิขั้นต่ำปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และมีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่สอนมาแล้วไม่น้อยกว่า ๖ ปี

ทั้งนี้ อาจารย์พิเศษต้องมีชั่วโมงสอนไม่เกินร้อยละ ๕๐ ของรายวิชา โดยมีอาจารย์ประจำเป็นผู้รับผิดชอบรายวิชานั้น หากรายวิชาใดมีความจำเป็นต้องใช้ความเชี่ยวชาญของบุคลากรจากภายนอกมากกว่าร้อยละ ๕๐ ก็สามารดดำเนินการได้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุด แต่ต้องมีอาจารย์ประจำร่วมรับผิดชอบกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนานักศึกษาตลอดการจัดการเรียนการสอนของรายวิชานั้น ๆ ด้วย โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัย

๑๓.๒ หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ และหลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) ประกอบด้วย

(๑) อาจารย์ประจำหลักสูตร มีคุณวุฒิขั้นต่ำปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ และต้องมีผลงานทางวิชาการที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา และเป็นผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในการพิจารณาแต่งตั้งให้บุคคลดำรงตำแหน่งทางวิชาการอย่างน้อย ๑ รายการ ในรอบ ๕ ปีย้อนหลัง

สำหรับหลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ ที่เน้นทักษะด้านวิชาชีพตามข้อกำหนดของมาตรฐานวิชาชีพ อาจารย์ประจำหลักสูตรต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพนั้น ๆ

กรณีร่วมผลิตหลักสูตรกับหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษา หากจำเป็น บุคลากรที่มาจากหน่วยงานนั้นอาจได้รับการยกเว้นคุณวุฒิปริญญาโทและผลงานทางวิชาการ แต่ต้องมีคุณวุฒิขั้นต่ำปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และมีประสบการณ์การทำงานในหน่วยงานแห่งนั้นมาแล้วไม่น้อยกว่า ๖ ปี

(๒) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร มีคุณวุฒิและคุณสมบัติเช่นเดียวกับอาจารย์ประจำหลักสูตร จำนวนอย่างน้อย ๕ คน

ในกรณีของหลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการที่เน้นทักษะด้านการปฏิบัติเชิงเทคนิค ในศาสตร์สาขาวิชานั้น อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อย ๒ ใน ๕ คน ต้องมีประสบการณ์ในด้านปฏิบัติการ โดยอาจเป็นอาจารย์ประจำของสถาบันอุดมศึกษา หรือเป็นบุคลากรของหน่วยงานที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษาซึ่งมีข้อตกลงในการผลิตบัณฑิตของหลักสูตรนั้นร่วมกัน แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน ๒ คน

/กรณี...

- ๖ -

กรณีร่วมผลิตหลักสูตรกับหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษา หากจำเป็น บุคลากรที่มาจากหน่วยงานนั้นอาจได้รับการยกเว้นคุณสมบัติปริญญาโทและผลงานทางวิชาการ แต่ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และมีประสบการณ์การทำงานในหน่วยงานแห่งนั้นมาแล้วไม่น้อยกว่า ๖ ปี กรณีที่หลักสูตรจัดให้มีวิชาเอกมากกว่า ๑ วิชาเอก ให้จัดอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่มีคุณสมบัติและคุณสมบัติตรงหรือสัมพันธ์กับสาขาวิชาที่เปิดสอนไม่น้อยกว่า วิชาเอกละ ๓ คน และหากเป็นปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการที่เน้นทักษะด้านการปฏิบัติเชิงเทคนิคในศาสตร์สาขาวิชานั้น ต้องมีสัดส่วนอาจารย์ที่มีประสบการณ์ในด้านปฏิบัติการ ๑ ใน ๓

กรณีที่มีความจำเป็นอย่างย้งสำหรับสาขาวิชาที่ไม่สามารถสรรหาอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรครบตามจำนวน มหาวิทยาลัยต้องเสนอจำนวนและคุณสมบัติของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรที่มีนั้นให้คณะกรรมการการอุดมศึกษาพิจารณาเป็นรายกรณี

(๓) อาจารย์ผู้สอน อาจเป็นอาจารย์ประจำหรืออาจารย์พิเศษที่มีคุณสมบัติขั้นต่ำปริญญาโทหรือเทียบเท่า หรือมีตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาวิชานั้นหรือสาขาวิชาที่สัมพันธ์กัน หรือในสาขาวิชาของรายวิชาที่สอน

ในกรณีที่มิอาจารย์ประจำที่มีคุณสมบัติปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และทำหน้าที่อาจารย์ผู้สอนก่อนที่เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ จะประกาศใช้ให้สามารถทำหน้าที่อาจารย์ผู้สอนต่อไปได้

สำหรับกรณีร่วมผลิตหลักสูตรกับหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษา หากจำเป็น บุคลากรที่มาจากหน่วยงานนั้นอาจได้รับการยกเว้นคุณสมบัติปริญญาโทและผลงานทางวิชาการ แต่ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และมีประสบการณ์การทำงานในหน่วยงานแห่งนั้นมาแล้วไม่น้อยกว่า ๖ ปี

ในกรณีของอาจารย์พิเศษอาจได้รับการยกเว้นคุณสมบัติปริญญาโท แต่ทั้งนี้ต้องมีคุณสมบัติขั้นต่ำปริญญาตรีหรือเทียบเท่า และมีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่สอนมาแล้วไม่น้อยกว่า ๖ ปี

ทั้งนี้ อาจารย์พิเศษต้องมีชั่วโมงสอนไม่เกินร้อยละ ๕๐ ของรายวิชา โดยมีอาจารย์ประจำเป็นผู้รับผิดชอบรายวิชานั้น หากรายวิชาใดมีความจำเป็นต้องใช้ความเชี่ยวชาญของบุคลากรจากภายนอกมากกว่าร้อยละ ๕๐ ก็สามารุณดำเนินการได้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุด แต่ต้องมีอาจารย์ประจำร่วมรับผิดชอบกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนานักศึกษาตลอดการจัดการเรียนการสอนของรายวิชานั้น ๆ ด้วย โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัย

สำหรับหลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการที่เน้นทักษะด้านวิชาชีพตามข้อกำหนดของมาตรฐานวิชาชีพ อาจารย์ผู้สอนต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพนั้น ๆ

หมวด ๓

การรับเข้าศึกษา

ข้อ ๑๔ คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

(๑) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี ๕ ปี และไม่น้อยกว่า ๖ ปี) จะต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือเทียบเท่า โดยได้รับการยกเว้นไม่ต้องศึกษาบางรายวิชา หรือได้รับการเทียบโอนหน่วยกิตของรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

(๒) หลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) จะต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือเทียบเท่า หรือระดับอนุปริญญา (๓ ปี) หรือเทียบเท่า ในสาขาวิชาที่ตรงกับสาขาวิชาที่จะเข้าศึกษา

(๓) หลักสูตรปริญญาตรีแบบก้าวหน้าทั้งทางวิชาการ และทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ ต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า โดยมีคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่น้อยกว่า ๓.๕๐ จากระบบ

/๔ ระดับ...

- ๗ -

๔ ระดับคะแนนหรือเทียบเท่า และมีผลการเรียนในหลักสูตรปริญญาตรีแบบก้าวหน้า ไม่น้อยกว่า ๓.๕๐ ทุกภาคการศึกษา อนึ่ง ในระหว่างการศึกษาในหลักสูตรแบบก้าวหน้า หากภาคการศึกษาใดภาคการศึกษาหนึ่ง มีผลการเรียนต่ำกว่า ๓.๕๐ จากระบบ ๔ ระดับคะแนนหรือเทียบเท่า จะถือว่า ผู้เรียนขาดคุณสมบัติในการศึกษา หลักสูตรแบบก้าวหน้า

(๔) เป็นผู้ไม่มีโรคติดต่ออย่างร้ายแรง ไม่เป็นโรคเรื้อน วัณโรค โรคติดเชื้อเสียด โรคพิษสุราเรื้อรัง และแพทย์มีความเห็นว่ามีสุขภาพเหมาะสมที่จะเข้าเรียนได้

(๕) เป็นผู้มีความประพฤติเรียบร้อยไม่บกพร่องต่อศีลธรรมอันดี มีเหตุมีผลและพร้อมที่จะปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบวินัยของมหาวิทยาลัย และสังคมทั่วไป

(๖) ผู้ให้การรับรองความประพฤติ และผู้รับรองจะต้องเป็นผู้ที่มหาวิทยาลัยสามารถติดต่อได้ตลอดเวลา

ข้อ ๑๕ การสมัครและการคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษา

(๑) การสมัคร

ผู้สมัครต้องยื่นใบสมัครและหลักฐานประกอบการสมัครต่าง ๆ ตามระเบียบการสมัครของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะได้ประกาศให้ทราบเป็นคราว ๆ ไป

(๒) การคัดเลือก

(๒.๑) โดยการสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

(๒.๒) โดยการสอบคัดเลือก หรือการคัดเลือกของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๖ การขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษา

(๑) ผู้ที่ได้รับการคัดเลือกจะมีสถานภาพเป็นนักศึกษาต่อเมื่อได้ขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาแล้ว โดยต้องนำหลักฐานต่าง ๆ มารายงานตัวด้วยตนเองตามวันเวลาและสถานที่ที่มหาวิทยาลัยกำหนด และชำระค่าเล่าเรียน ค่าบำรุง และค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ครบถ้วน

(๒) ผู้ได้รับการคัดเลือกที่ไม่สามารถมาขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาตามวันและเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด จะต้องแจ้งเหตุขัดข้องให้มหาวิทยาลัยทราบเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษาภายใน ๗ วัน นับจากวันที่กำหนด มิฉะนั้นจะถือว่าสละสิทธิ

หมวด ๔

การลงทะเบียนเรียน

ข้อ ๑๗ จำนวนหน่วยกิตและระยะเวลาการศึกษา

(๑) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) ให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๑๒๐ หน่วยกิต ใช้เวลาศึกษาไม่เกิน ๘ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่เกิน ๑๒ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๒) หลักสูตรปริญญาตรี (๕ ปี) ให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๑๕๐ หน่วยกิต ใช้เวลาศึกษาไม่เกิน ๑๐ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่เกิน ๑๕ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

/(๓) หลักสูตร...

- ๘ -

(๓) หลักสูตรปริญญาตรี (ไม่น้อยกว่า ๖ ปี) ให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๑๘๐ หน่วยกิต ใช้เวลาศึกษาไม่เกิน ๑๒ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่เกิน ๑๘ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๔) หลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) ให้มีจำนวนหน่วยกิตรวมไม่น้อยกว่า ๗๒ หน่วยกิต ใช้เวลาศึกษาไม่เกิน ๔ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่เกิน ๖ ปีการศึกษา สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

ทั้งนี้ การนับระยะเวลาการศึกษา ให้นับเวลาศึกษาจากวันที่เปิดภาคการศึกษาแรกที่รับเข้าศึกษาในหลักสูตรนั้น

ข้อ ๑๘ การลงทะเบียนเรียน

(๑) นักศึกษาจะต้องลงทะเบียนตามกำหนดตามประกาศของมหาวิทยาลัย

(๒) การลงทะเบียนเรียนรายวิชาใดมีรายวิชาที่ต้องศึกษาก่อน (Prerequisite) ซึ่งได้กำหนดไว้ในหลักสูตร นักศึกษาจะต้องสอบผ่านวิชานั้นก่อนจึงจะมีสิทธิลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้น ๆ

(๓) นักศึกษาจะต้องลงทะเบียนด้วยตนเองตามวิธีการ วันเวลา และสถานที่ที่มหาวิทยาลัยกำหนด ยกเว้นในกรณีที่นักศึกษามีเหตุจำเป็นสุดวิสัยไม่สามารถลงทะเบียนเรียนได้ภายในเวลาที่กำหนด จะต้องติดต่อแจ้งเหตุจำเป็นและเสียค่าปรับตามระเบียบของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๑๙ จำนวนหน่วยกิตที่นักศึกษาจะลงทะเบียนเรียน มีดังนี้

(๑) ให้ลงทะเบียนเรียนได้ไม่น้อยกว่า ๙ หน่วยกิต และไม่เกิน ๒๒ หน่วยกิต ในแต่ละภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา

(๒) ให้ลงทะเบียนเรียนได้ไม่เกิน ๙ หน่วยกิต ในแต่ละภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๓) สำหรับการลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาฤดูร้อน ให้ลงทะเบียนเรียนได้ไม่เกิน ๙ หน่วยกิต

หากมีเหตุผลและความจำเป็น การลงทะเบียนเรียนที่มีจำนวนหน่วยกิตแตกต่างไปจากเกณฑ์ข้างต้นก็อาจทำได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่กระทบกระเทือนต่อมาตรฐานและคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้ ต้องเรียนให้ครบตามจำนวนหน่วยกิตตามที่ระบุไว้ในหลักสูตร

ข้อ ๒๐ การเพิ่มและการเพิกถอนรายวิชา

(๑) การขอเพิ่มรายวิชาจะกระทำได้ตามกำหนดการที่มหาวิทยาลัยประกาศหรือภายใน ๒ สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาปกติ หรือภายในสัปดาห์แรกของภาคการศึกษาฤดูร้อน นับจากวันกำหนดลงทะเบียน

(๒) การขอเพิกถอนรายวิชาจะกระทำก่อน ๒ สัปดาห์สุดท้ายของการสอบประจำภาคการศึกษา หรือก่อนสัปดาห์สุดท้ายของการสอบประจำภาคการศึกษาฤดูร้อน นับจากวันกำหนดลงทะเบียน และไม่ได้รับเงินค่าหน่วยกิตคืน รายวิชาที่ขอเพิกถอนนั้นจะไม่บันทึกในรายงานผลการศึกษา ยกเว้นภาคการศึกษาในปีการศึกษาแรก

(๓) การขอเพิ่มหรือเพิกถอนรายวิชานี้ จะต้องไม่ขัดกับจำนวนหน่วยกิตต่อภาคการศึกษา ตามข้อ ๑๘

ข้อ ๒๑ การสำเร็จศึกษา เป็นดังนี้

(๑) หลักสูตรปริญญาตรี (๔ ปี) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อน ๖ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อน ๑๔ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๒) หลักสูตรปริญญาตรี (๕ ปี) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อน ๘ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อน ๑๗ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

/ (๓) หลักสูตร...

- ๙ -

(๓) หลักสูตรปริญญาตรี (ไม่น้อยกว่า ๖ ปี) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อน ๑๐ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อน ๒๐ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

(๔) หลักสูตรปริญญาตรี (ต่อเนื่อง) สำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อน ๔ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนเต็มเวลา และไม่ก่อน ๘ ภาคการศึกษาปกติ สำหรับการลงทะเบียนเรียนไม่เต็มเวลา

หมวด ๕

ค่าบำรุงและค่าธรรมเนียม

ข้อ ๒๒ นักศึกษาต้องชำระค่าบำรุงและค่าธรรมเนียมการศึกษาต่าง ๆ เมื่อมีการลงทะเบียนเรียนในทุกภาคการศึกษาตามประกาศของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะประกาศให้ทราบเป็นคราว ๆ ไป

หมวด ๖

การวัดผลการศึกษา

ข้อ ๒๓ การวัดผลการศึกษา

(๑) นักศึกษาต้องมีเวลาเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๘๐ ของเวลาในการเรียนทั้งหมดของแต่ละรายวิชาจึงจะมีสิทธิเข้าสอบประจำภาคการศึกษาในรายวิชานั้น ๆ

(๒) การวัดผลการศึกษาแบ่งออกเป็น ดังนี้

| สัญลักษณ์ | ความหมาย | ค่าระดับคะแนน |
|-----------|---|---------------|
| A | ดีเยี่ยม (Excellent) | ๔.๐ |
| B+ | ดีมาก (Very Good) | ๓.๕ |
| B | ดี (Good) | ๓.๐ |
| C+ | ค่อนข้างดี (Fairly Good) | ๒.๕ |
| C | พอใช้ (Fair) | ๒.๐ |
| D+ | ผ่าน-อ่อน (Pass-Poor) | ๑.๕ |
| D | ผ่าน-อ่อนมาก (Pass-Very Poor) | ๑.๐ |
| F | ตก (Fail) | ๐ |
| FE | ตกเนื่องจากขาดสอบ (Fail Without Examination) | ๐ |
| FF | ตกเนื่องจากกระทำทุจริตในการสอบ (Fail Fraudulence) | ๐ |
| I | ไม่สมบูรณ์ (Incomplete) | |
| W | การเพิกถอนรายวิชาก่อนการสอบ ประจำภาคการศึกษา (Withdrawn) | |
| S | ผลการประเมินเป็นที่พอใจ (Satisfactory) | |
| U | ผลการประเมินไม่เป็นที่พอใจ (Unsatisfactory) | |
| AU | การศึกษาโดยไม่นับหน่วยกิต (Audit) | |

/(๓) หลักเกณฑ์...

- ๑๐ -

- (๓) หลักเกณฑ์การให้ค่าระดับคะแนน มีดังนี้
- (๓.๑) การใช้สัญลักษณ์ A, B+, B, C+, C, D+, และ D กระทำได้ในกรณีดังต่อไปนี้
- ก. นักศึกษาเข้าสอบ และ/หรือ มีผลงานที่ประเมินได้เป็นค่าระดับคะแนน
- ข. เปลี่ยนจากสัญลักษณ์ I ให้เป็นสัญลักษณ์แสดงค่าระดับคะแนนที่เหมาะสมกับคุณภาพของการสอบ และ/หรืองาน ภายใน ๒ สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาถัดไป
- (๓.๒) การใช้สัญลักษณ์ F กระทำได้ในกรณีต่อไปนี้
- ก. นักศึกษาเข้าสอบและสอบตก
- ข. นักศึกษาไม่มีสิทธิเข้าสอบ เนื่องจากได้รับการตัดสินว่ามีเวลาเรียนไม่ถึงร้อยละ ๘๐ ในรายวิชานั้น ๆ
- ค. เปลี่ยนจากสัญลักษณ์ I เป็น F โดยอัตโนมัติ เพราะนักศึกษาไม่ได้สอบหรือไม่ได้ทำงาน และส่งงานตามกำหนดวันเวลาที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด หรือภายใน ๒ สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาถัดไป
- (๓.๓) การใช้สัญลักษณ์ FE กระทำได้ในกรณีนักศึกษาขาดสอบ
- (๓.๔) การใช้สัญลักษณ์ FF กระทำได้ในกรณีนักศึกษากระทำการทุจริตในการสอบ และคณะกรรมการพิจารณาการกระทำทุจริตในการสอบของนักศึกษาตัดสินลงโทษให้ได้สัญลักษณ์ FF และสัญลักษณ์ FF ไม่สามารถเพิกถอนได้ นักศึกษาจะต้องลงทะเบียนวิชาเหล่านั้นซ้ำใหม่ และหากไม่ปรากฏว่ากระทำการทุจริตอื่นได้อีก มหาวิทยาลัยโดยอธิการบดีจะอนุมัติให้เพิกถอน FF ได้ต่อเมื่อนักศึกษาเรียนรายวิชาครบถ้วนตามหลักสูตรและมีคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐ ขณะที่ยังไม่มีการเพิกถอนรายวิชาที่ได้ FF
- (๓.๕) การใช้สัญลักษณ์ I กระทำได้ในกรณีอาจารย์ผู้สอนโดยความเห็นชอบของหัวหน้าภาควิชา/หัวหน้าสาขาวิชา เห็นสมควรให้หรือผลการศึกษาเพราะนักศึกษายังทำงาน หรือส่วนประกอบการศึกษาของรายวิชานั้นยังไม่สมบูรณ์ การเปลี่ยนสัญลักษณ์ I ให้เป็นสัญลักษณ์แสดงค่าระดับคะแนนที่เหมาะสมกับคุณภาพของการสอบ และ/หรืองาน ให้กระทำได้เมื่อนักศึกษาทำการสอบ และ/หรือทำงานครบถ้วนตามกำหนดแล้ว ทั้งนี้จะต้องให้เสร็จสิ้นภายใน ๒ สัปดาห์แรกของภาคการศึกษาถัดไป หากพ้นกำหนดนี้แล้วจะเปลี่ยนสัญลักษณ์ I เป็น F โดยอัตโนมัติ
- (๓.๖) การให้สัญลักษณ์ W กระทำได้ในกรณีที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนรายวิชานั้นแล้ว และขอเพิกถอนรายวิชานั้นก่อนการสอบประจำภาคการศึกษา ไม่น้อยกว่า ๒ สัปดาห์
- (๓.๗) การให้สัญลักษณ์ S กระทำได้เมื่อ
- ก. นักศึกษาเรียนวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรซึ่งเป็นรายวิชาที่ไม่คิดค่าระดับคะแนน และสามารถสอบผ่านเป็นที่น่าพอใจ
- ข. นักศึกษาเรียนรายวิชาที่มหาวิทยาลัยกำหนดให้เรียน เพื่อเป็นการปูพื้นฐานความรู้ก่อนที่จะเรียนรายวิชาต่อไป และสามารถสอบผ่านเป็นที่น่าพอใจ
- ค. เป็นรายวิชาที่นักศึกษาได้รับอนุญาตให้เทียบโอนจากสถาบันการศึกษาอื่น
- (๓.๘) การให้สัญลักษณ์ U กระทำได้ เมื่อนักศึกษาไม่สามารถสอบรายวิชานั้นผ่านจนเป็นที่พอใจ โดยเป็นการใช้กับรายวิชาเช่นเดียวกับที่ใช้สัญลักษณ์ S
- (๓.๙) การให้ AU จะกระทำได้เฉพาะรายวิชาที่นักศึกษาขอเข้าร่วมศึกษาโดยไม่นับหน่วยกิต

/ข้อ ๒๔..

- ๑๑ -

ข้อ ๒๔ การประเมินผลการศึกษาและการคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

- (๑) การประเมินผลการศึกษาของนักศึกษาแต่ละคน ให้กระทำเมื่อสิ้นสุดแต่ละภาคการศึกษา
- (๒) การคำนวณระดับคะแนนเฉลี่ย ให้นำเฉพาะรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนและสอบตามหลักสูตร และเป็นรายวิชาที่ได้มีการวัดผลโดยได้รับสัญลักษณ์ A, B+, B, C+, C, D+, D, F, FE หรือ FF
- (๓) ในกรณีที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่มีอยู่ในหลักสูตรซ้ำ ให้นำหน่วยกิตและค่าระดับคะแนนในรายวิชานั้น ๆ มารวมในการคำนวณคะแนนเฉลี่ยสะสม ยกเว้นรายวิชาที่ลงทะเบียนเกินจำนวนหน่วยกิตที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- (๔) การคำนวณหาค่าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษา ให้นำผลรวมของผลคูณของจำนวนหน่วยกิตกับค่าระดับคะแนนของแต่ละรายวิชาในภาคการศึกษานั้น หารด้วยผลรวมของหน่วยกิตของทุกรายวิชาที่เรียนในภาคการศึกษานั้น โดยในการหารให้ใช้ทศนิยมสองตำแหน่งไม่มีการปัดเศษ
- (๕) การคำนวณหาค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม ให้นำผลรวมของผลคูณของหน่วยกิตกับค่าระดับคะแนนของแต่ละรายวิชาที่ลงทะเบียนหารด้วยผลรวมของหน่วยกิตของทุกรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน โดยในการหารให้ใช้ทศนิยมสองตำแหน่งไม่มีการปัดเศษ
- (๖) สำหรับรายวิชาที่ได้ F หรือ FE หรือ FF ให้บันทึกผลในใบรายงานผลการศึกษา และนำจำนวนหน่วยกิตของรายวิชานั้นมาคำนวณระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาค และระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วย

ข้อ ๒๕ การสอบได้ นักศึกษาต้องสอบได้คะแนนทุกรายวิชาไม่ต่ำกว่า D จึงจะถือว่าสอบได้

ข้อ ๒๖ การสอบตกและสอบซ้ำ นักศึกษาที่สอบไม่ผ่านตามเกณฑ์ของการวัดผล ถือว่ายังสอบไม่ผ่าน ในกรณีที่นักศึกษาสอบไม่ผ่านจะต้องปฏิบัติดังนี้

- (๑) นักศึกษาที่ได้รับสัญลักษณ์ F หรือ FE หรือ FF ในรายวิชาที่ไม่ใช่รายวิชาเลือก ต้องลงทะเบียนรายวิชานั้นซ้ำ
- (๒) นักศึกษาที่ได้สัญลักษณ์ F หรือ FE หรือ FF ในรายวิชาเลือก จะลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้นซ้ำอีก หรือเลือกรายวิชาเลือกอื่นแทนก็ได้ แต่จะต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่คณะ สาขาวิชา หรือภาควิชากำหนด

ข้อ ๒๗ เมื่อนักศึกษาได้จำนวนหน่วยกิตครบทุกรายวิชา ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแล้ว ได้คะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ถึง ๒.๐๐ และมีระยะเวลาศึกษาไม่เกิน ๒ เท่าของหลักสูตร นักศึกษาอาจยื่นคำร้องขอเรียนเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม ๒.๐๐ โดยวิธีการดังนี้

- (๑) เรียนซ้ำในบางรายวิชาซึ่งนักศึกษาเคยเรียนมาแล้ว ทั้งนี้ในรายวิชาที่ขอลงทะเบียนเรียนซ้ำนั้นต้องได้รับค่าระดับคะแนนเดิมไม่สูงกว่า C
- (๒) ลงทะเบียนเรียนเพิ่มเติมในรายวิชาอื่นที่ยังไม่เคยเรียนที่มีอยู่ในหลักสูตร โดยได้รับอนุมัติจากคณบดี ทั้งนี้ ต้องเป็นรายวิชาที่มหาวิทยาลัยเปิดทำการสอน และต้องเรียนไม่เกิน ๓ รายวิชา หรือ ๙ หน่วยกิต กรณีเรียนเกินจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดนี้ จะไม่นำมานับรวมในหน่วยกิตสะสม และค่าระดับคะแนนที่ได้จะไม่นำมาคำนวณระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

(๓) การลงทะเบียนตามข้อ ๒๗ (๑) และ ๒๗ (๒) จะกระทำได้โดยไม่จำกัดหน่วยกิตขั้นต่ำในแต่ละภาคการศึกษา

/หมวด ๗...

- ๑๒ -

หมวด ๗
การศึกษาโดยไม่ับหน่วยกิต

ข้อ ๒๘ นักศึกษาที่จะลงทะเบียนเรียนรายวิชาโดยไม่ับหน่วยกิต ต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้สอนรายวิชานั้น ๆ ก่อน จึงจะมีสิทธิลงทะเบียนได้

ข้อ ๒๙ รายวิชาที่เรียนโดยไม่ับหน่วยกิต จะไม่นับรวมเข้าในจำนวนหน่วยกิตต่ำสุดที่บังคับให้ลงทะเบียนเรียนในแต่ละภาคการศึกษา

ข้อ ๓๐ จำนวนหน่วยกิตของรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนโดยไม่ับหน่วยกิต จะไม่นับรวมในหน่วยกิต-สะสม

ข้อ ๓๑ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาโดยไม่ับหน่วยกิต สามารถเลือกที่จะให้มีหรือไม่มีการวัดและการประเมินผลการศึกษาของรายวิชานั้น ๆ ได้

หมวด ๘
การศึกษาในภาคการศึกษาฤดูร้อน

ข้อ ๓๒ การศึกษาในภาคการศึกษาฤดูร้อนเป็นการศึกษาภาคพิเศษ โดยลงทะเบียนเรียนรายวิชาต่าง ๆ ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ข้อ ๓๓ การดำเนินการศึกษาในภาคการศึกษาฤดูร้อน ให้เป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัย และให้ถือปฏิบัติดังนี้

(๑) การศึกษาในภาคการศึกษาฤดูร้อนเพื่อหาความรู้และประสบการณ์เพิ่มเติมโดยไม่ับหน่วยกิต ให้เป็นไปตามหมวด ๗

(๒) การศึกษาในภาคการศึกษาฤดูร้อนเพื่อบับหน่วยกิต จะมีการวัดผลการศึกษาตามหมวด ๖ ข้อ ๒๓ และให้นำผลการศึกษาในภาคการศึกษาฤดูร้อนคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม

หมวด ๙
การพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ข้อ ๓๔ การพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา นักศึกษาจะพ้นสภาพตามเกณฑ์การพ้นสภาพเป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัย ดังนี้

(๑) ไม่สามารถเรียนสำเร็จภายในระยะเวลา ๒ เท่าของหลักสูตรตามแผนการศึกษา นับตั้งแต่ภาคการศึกษาแรกที่ลงทะเบียนเรียนในคณะวิชานั้น ๆ

(๒) มหาวิทยาลัยสั่งให้พ้นสภาพด้วยสาเหตุกระทำผิดวินัยอย่างร้ายแรง

(๓) เรียนจบหลักสูตร และได้รับปริญญาบัตร

(๔) ขาดการลงทะเบียนโดยไม่ได้ทำเรื่องลาพักการศึกษา

(๕) ลาออก

(๖) ถึงแก่กรรม

/หมวด ๑๐...

- ๑๓ -

หมวด ๑๐
การลา

ข้อ ๓๕ การลาพักการศึกษา

- (๑) นักศึกษาอาจยื่นคำร้องขออนุมัติลาพักการศึกษาได้ในกรณีใดกรณีหนึ่งดังต่อไปนี้
- (๑.๑) ถูกเกณฑ์หรือระดมเข้ารับราชการทหารกองประจำการ
- (๑.๒) ได้รับทุนแลกเปลี่ยนนักศึกษาระหว่างประเทศ หรือทุน หรือโครงการอื่นใดซึ่งมหาวิทยาลัยเห็นสมควรสนับสนุน
- (๑.๓) เจ็บป่วยจนต้องพักรักษาตัวเป็นเวลานานตามคำสั่งแพทย์ เกินกว่าร้อยละ ๒๐ ของเวลาเรียนในภาคการศึกษานั้น โดยมีใบรับรองแพทย์จากสถานพยาบาลของทางราชการหรือโรงพยาบาลเอกชน
- (๑.๔) มีเหตุจำเป็นสุดวิสัยอันควรได้รับการพิจารณาให้ลาพักการศึกษาได้
- (๒) นักศึกษาที่มีความจำเป็นส่วนตัว อาจยื่นคำร้องขอลาพักการศึกษาได้ ถ้ามีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- (๒.๑) ได้ศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยมาแล้วอย่างน้อย ๑ ภาคการศึกษา
- (๒.๒) ได้คะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐
- (๓) การลาพักการศึกษาตามข้อ ๓๕ (๑) และข้อ ๓๕ (๒) ให้คนบติอนุมัติได้ครั้งละ ๑ ภาคการศึกษาปกติและลาพักติดต่อกันได้ไม่เกิน ๑ ปีการศึกษา ถ้านักศึกษายังมีความจำเป็นที่จะต้องขอลาพักต่อไปอีกให้อธิการบดีอนุมัติการลาพักเป็นกรณีพิเศษ
- (๔) ในกรณีที่นักศึกษาได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษาได้ให้นับระยะเวลาที่ลาอยู่ในระยะเวลาการศึกษาด้วย ยกเว้นนักศึกษาที่ได้รับอนุญาตให้ลาพักการศึกษาตามข้อ ๓๕ (๑.๑) - (๑.๓)
- (๕) การชำระเงินค่าบำรุงการศึกษาและค่าธรรมเนียมการศึกษา
- (๕.๑) นักศึกษาที่ลาพักการศึกษาก่อนลงทะเบียนเรียนไม่ต้องชำระค่าบำรุงการศึกษาและค่าธรรมเนียมการศึกษาใด ๆ ทั้งสิ้น
- (๕.๒) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนและชำระค่าบำรุงการศึกษาและค่าธรรมเนียมการศึกษาเรียบร้อยแล้ว และมีความจำเป็นต้องลาพักการศึกษา มหาวิทยาลัยจะไม่คืนเงินให้ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น

ข้อ ๓๖ การลาป่วย

การลาป่วยในระหว่างเรียนนักศึกษาต้องยื่นใบลาในวันแรกที่เข้าเรียน ในกรณีที่ลาป่วยตั้งแต่ ๕ วันขึ้นไป ต้องมีใบรับรองแพทย์ด้วย

ข้อ ๓๗ การลากิจ

- (๑) นักศึกษาที่จำเป็นต้องลาระหว่างชั่วโมงเรียนต้องขออนุญาตจากอาจารย์ประจำวิชานั้น
- (๒) นักศึกษาที่จะต้องลากิจตั้งแต่ ๑ วันขึ้นไป ต้องยื่นใบลาก่อนวันลาพร้อมด้วยเหตุผล

ข้อ ๓๘ การลาออก

นักศึกษาที่ประสงค์จะลาออก ต้องให้ผู้ปกครองที่มีลายมือชื่อเป็นหลักฐานอยู่ที่มหาวิทยาลัย ลงชื่ออนุญาตให้ลาออกเป็นลายลักษณ์อักษร

/ข้อ ๓๙...

- ๑๔ -

ข้อ ๓๙ การขาดเรียน

นักศึกษาที่ขาดเรียนติดต่อกันเกินกว่า ๓๐ วัน โดยมีได้แจ้งให้มหาวิทยาลัยทราบ จะถูกตัดชื่อออกจากมหาวิทยาลัย

ข้อ ๔๐ การกลับเข้าศึกษาต่อหลังการลาพักการศึกษา

นักศึกษาที่ได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษา เมื่อจะกลับเข้าศึกษาต่อ ให้รายงานตัวต่อสำนักทะเบียนและลงทะเบียนเรียน โดยให้มีสถานภาพเหมือนเมื่อก่อนได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษา

หมวด ๑๑

การสำเร็จการศึกษาและการให้ปริญญาบัตร

ข้อ ๔๑ การสำเร็จการศึกษา

นักศึกษาที่มีสิทธิได้รับปริญญาตรี ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๑) ศึกษารายวิชาต่าง ๆ ครอบคลุมจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดไว้หลักสูตร และเงื่อนไขของสาขาวิชาที่กำหนดไว้

(๒) มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐ จากระบบ ๔ ระดับคะแนนหรือเทียบเท่า

(๓) มีความประพฤติดีเหมาะสมกับศักดิ์ศรีแห่งปริญญา

(๔) ไม่มีพันธะด้านหนี้สินใด ๆ กับมหาวิทยาลัย

(๕) ยื่นเรื่องการขอสำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนดตามประกาศ

ข้อ ๔๒ ระบบการได้รับปริญญาตรีเกียรตินิยม

(๑) นักศึกษาที่มีสิทธิได้รับปริญญาเกียรตินิยมอันดับหนึ่ง ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๑.๑) มีคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรตั้งแต่ ๓.๕๐ ขึ้นไป

(๑.๒) สามารถสำเร็จการศึกษาครบตามหลักสูตรได้ภายในระยะเวลาของหลักสูตรตามแผนการศึกษานับแต่วันที่ได้ขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษา

(๑.๓) ไม่เคยได้ระดับคะแนน F, FF, U หรือเพิกถอนรายวิชาใด

(๑.๔) ไม่เคยลงทะเบียนรายวิชาใดซ้ำ

(๑.๕) มีรายวิชาเทียบโอนไม่มากกว่า ๑ ใน ๔ ของจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาตามหลักสูตร

(๑.๖) เป็นผู้มีความประพฤติดี ไม่เคยได้รับการลงโทษทางวินัยใดๆ จากมหาวิทยาลัยหรือการลงโทษทางกฎหมายในความผิดที่มีสาเหตุจากความประมาทหรือความผิดลหุโทษ

(๒) นักศึกษาผู้มีสิทธิได้รับปริญญาเกียรตินิยมอันดับสอง ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(๒.๑) มีคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตรตั้งแต่ ๓.๐๐ ขึ้นไป

(๒.๒) สามารถสำเร็จการศึกษาครบตามหลักสูตรได้ภายในระยะเวลาของหลักสูตรตามแผนการศึกษานับแต่วันที่ได้ขึ้นทะเบียนเป็นนักศึกษา

(๒.๓) ไม่เคยได้รับคะแนน F, FF, U หรือเพิกถอนรายวิชาใด

(๒.๔) ไม่เคยลงทะเบียนรายวิชาใดซ้ำ

(๒.๕) มีรายวิชาเทียบโอนไม่มากกว่า ๑ ใน ๔ ของจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาตามหลักสูตร

(๒.๖) เป็นผู้มีความประพฤติดี ไม่เคยได้รับการลงโทษทางวินัยใด ๆ จากมหาวิทยาลัย หรือการลงโทษทางกฎหมาย ในความผิดที่มีสาเหตุจากความประมาทหรือความผิดลหุโทษ

/ข้อ ๔๓...

- ๑๕ -

ข้อ ๔๓ นักศึกษามีสิทธิยื่นคำร้องขอรับอนุปริญญา ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- (๑) ไม่เป็นนักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีต่อเนื่อง หรือเทียบโอนจากระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่า
- (๒) ศึกษารายวิชาต่าง ๆ ครบถ้วนตามหลักสูตรและจำเป็นต้องยุติการศึกษา โดยได้คะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ถึง ๒.๐๐ แต่ไม่ต่ำกว่า ๑.๗๕
- (๓) มีความประพฤติดีเหมาะสมกับศักดิ์ศรีแห่งอนุปริญญา
- (๔) ไม่มีพันธะด้านหนี้สินใด ๆ กับมหาวิทยาลัย

ข้อ ๔๔ ในการอนุมัติปริญญาบัตร สภามหาวิทยาลัยจะพิจารณาอนุมัติปริญญาบัตรอย่างน้อยปีละ ๓ ครั้ง คือ เมื่อสิ้นภาคการศึกษาที่ ๑ ภาคการศึกษาที่ ๒ และภาคการศึกษาฤดูร้อน

ข้อ ๔๕ พิธีประสาทปริญญาบัตร จะจัดให้มีปีละ ๑ ครั้ง ซึ่งมหาวิทยาลัยจะประกาศให้ทราบเป็นคราว ๆ ไป

หมวด ๑๒

การประกันคุณภาพ

ข้อ ๔๖ ทุกหลักสูตรจะต้องกำหนดและกำกับดูแลคุณภาพและมาตรฐานวิชาการ รวมทั้งการจัดให้มีการประกันคุณภาพการศึกษาตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ข้อ ๔๗ ให้ทุกหลักสูตรมีการพัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย โดยมีการประเมินและรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตรทุกปีการศึกษา เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาหลักสูตรเป็นระยะ ๆ อย่างน้อยตามรอบระยะเวลาของหลักสูตร หรือทุกรอบ ๕ ปี

/บทเฉพาะกาล...

- ๑๖ -

บทเฉพาะกาล

ข้อ ๔๘ บรรดาหลักสูตรที่เปิดใหม่ หรือหลักสูตรที่ปรับปรุงตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ฉบับล่าสุด ที่รับนักศึกษาเข้าในหลักสูตร ให้ใช้ข้อบังคับนี้ ส่วนหลักสูตรที่เปิดใหม่ หรือหลักสูตรที่ปรับปรุงตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๔๘ ให้ใช้ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๐ หรือที่เกี่ยวข้องไปพลางก่อนจนกว่านักศึกษาจะสำเร็จการศึกษา

ในกรณีที่มีปัญหาในทางปฏิบัติในวาระแรก ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการวิชาการ และให้ถือคำวินิจฉัยของอธิการบดีเป็นที่สุด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๖ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๔



(ศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม)
นายกสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ว่าด้วยหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียน ระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2551



**ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ว่าด้วยหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียน ระดับปริญญาตรี
พ.ศ. 2551**

เพื่อให้การเทียบโอนผลการเรียนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ระดับปริญญาตรี เป็นไปด้วยความเหมาะสม และรักษามาตรฐานการศึกษา ตลอดจนสอดคล้องกับประกาศทบวงมหาวิทยาลัย เรื่อง ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ดีในการเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญา ลงวันที่ 29 กันยายน 2545 และประกาศทบวงมหาวิทยาลัย เรื่อง หลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาเข้าสู่การศึกษาในระบบ พ.ศ. 2545 ลงวันที่ 29 กันยายน 2545 อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 43 แห่งพระราชบัญญัติสถาบันอุดมศึกษาเอกชน พ.ศ. 2546 โดยความเห็นชอบของสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในการประชุม ครั้งที่ 2/2551 เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2551 จึงออกระเบียบไว้ ดังนี้

ข้อ 1 ระเบียบนี้ เรียกว่า " ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียน ระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2551 "

ข้อ 2 ให้ยกเลิกระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ว่าด้วยหลักเกณฑ์การเทียบโอนวิชาเรียน และโอนหน่วยกิตสำหรับหลักสูตรปริญญาตรี พ.ศ. 2544

บรรดาข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศ หรือคำสั่งอื่นใด ในส่วนที่ได้กำหนดไว้แล้วในระเบียบนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับระเบียบนี้ ให้ใช้ระเบียบนี้แทน

ข้อ 3 ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่ปีการศึกษา 2551 เป็นต้นไป

ข้อ 4 ในระเบียบนี้

" มหาวิทยาลัย " หมายความว่า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

" สภามหาวิทยาลัย " หมายความว่า สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

" อธิการบดี " หมายความว่า อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

" คณะบดี " หมายความว่า คณะบดีประจำคณะที่รับเทียบโอนผลการเรียนให้กับนักศึกษาที่เข้าศึกษาต่อ

" คณะกรรมการวิชาการ " หมายความว่า คณะกรรมการวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ข้อ 5 มหาวิทยาลัยดำเนินการเทียบความรู้และโอนหน่วยกิตจากการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และ/หรือการศึกษาตามอัธยาศัยเข้าสู่การศึกษาในระบบ

/ข้อ 6 การเทียบ...

- 2 -

ข้อ 6 การเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตระหว่างการศึกษาในระบบ ให้ใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

6.1 คุณสมบัติของผู้มีสิทธิขอเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต

- (1) มีความรู้พื้นฐานตามที่กำหนดในเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรีของกระทรวงศึกษาธิการ
- (2) เป็นหรือเคยเป็นนักศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาหรือเทียบเท่าในหลักสูตรที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษารับรองหรือหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจตามกฎหมายรับรอง
- (3) เป็นผู้มีความประพฤติดี

6.2 การเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตจากต่างสถาบันอุดมศึกษา

- (1) เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาในหลักสูตรระดับอุดมศึกษาหรือเทียบเท่าที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษารับรองหรือหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจตามกฎหมายรับรอง
 - (2) เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่มีเนื้อหาสาระครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาเทียบเคียงกับคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยที่ขอเทียบ โดยพิจารณาจากคำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตรของสถาบันอุดมศึกษาเดิม
 - (3) ไม่เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาโครงการ ปรินิพพานิพนธ์ หรือการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
 - (4) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตซึ่งอยู่ในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเลือกเสรี และกลุ่มวิชาพื้นฐานทั่วไปของสาขาวิชา จะต้องเป็นรายวิชาที่สอบไล่ได้ระดับคะแนนตัวอักษร ไม่ต่ำกว่า C หรือค่าระดับคะแนน 2.00 หรือเทียบเท่า
 - (5) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบรายวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตซึ่งอยู่ในหมวดวิชาเฉพาะสาขา นอกเหนือจากที่ระบุในข้อ 6.1(4) จะต้องเป็นรายวิชาที่สอบไล่ได้ระดับคะแนนตัวอักษรไม่ต่ำกว่า B หรือค่าระดับคะแนน 3.00 หรือเทียบเท่า
- กรณีหลักสูตรใดมีความประสงค์เทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตในหมวดวิชาเฉพาะที่ได้ระดับคะแนนตัวอักษรไม่ต่ำกว่า C หรือค่าระดับคะแนน 2.00 หรือเทียบเท่า ให้คณบดีทำเรื่องขอความเห็นชอบจากอธิการบดีโดยผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการวิชาการ
- (6) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบวิชาเรียนโอนหน่วยกิตได้ ให้แสดงระดับคะแนนตัวอักษร S (Satisfactory)
 - (7) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตได้ ให้นำจำนวนหน่วยกิต แต่ไม่นำมาคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม
 - (8) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตได้ จะได้รับการบันทึกลงรายชื่อยวิชา และระดับคะแนนที่ได้แยกไว้ตรงส่วนแรกของใบรายงานผลการศึกษา (Transcript)
 - (9) กรณีผู้ที่ศึกษาต่อเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรืออนุปริญญาหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่ต่อเนื่องหรือสัมพันธ์กับหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัย ให้ได้รับการยกเว้นการเรียนบางรายวิชา โดยให้เรียนรายวิชาในหมวดวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้ให้โดยไม่มีการเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตอื่นใดเพิ่มเติม และรายวิชาที่ได้รับการยกเว้นการเรียนให้ดำเนินการตามข้อ 6.2(6) , 6.2(7) และ 6.2(8)

/(10) กรณีผู้ที่...

- 3 -

(10) กรณีผู้ที่ศึกษาต่อเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรืออนุปริญญาหรือเทียบเท่าในสาขาวิชาที่แตกต่างจากหลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัย ให้เทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตตามหลักเกณฑ์ข้อ 6.2(1) ถึง 6.2(8)

6.3 การเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตของนักศึกษามหาวิทยาลัย

- (1) เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ได้รับระดับคะแนนตัวอักษร ไม่ต่ำกว่า C หรือค่าระดับคะแนน 2.00 หรือเทียบเท่า หรือระดับคะแนนตัวอักษร S (Satisfactory)
- (2) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาตามข้อ 6.3(1) ให้แสดงด้วยระดับคะแนนตัวอักษร หรือสัญลักษณ์เดิมที่เคยได้รับ
- (3) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตได้ ให้นำหน่วยกิตและนำมาคำนวณระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม รวมกับรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนตามจำนวนหน่วยกิตที่ต้องศึกษาของหลักสูตรที่เข้าศึกษา
- (4) รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ได้รับเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต จะได้รับการบันทึกผลรายชื่อยวิชาและระดับคะแนนแยกไว้ตรงส่วนแรกของใบรายงานผลการศึกษา (Transcript)

6.4 การเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต เพื่อศึกษาปริญญาที่สอง

- (1) ผู้มีสิทธิขอเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิตต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันอุดมศึกษาที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษารับรองหรือหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจตามกฎหมายรับรอง และเป็นผู้มีความประพฤติดี
- (2) ปริญญาที่สองที่ขอศึกษาต้องเป็นหลักสูตรรายวิชาหรือปริญญาที่มีชื่อไม่เหมือนกับหลักสูตร สาขาวิชา หรือปริญญาเดิมที่สำเร็จการศึกษา
- (3) ผู้ขอศึกษาปริญญาที่สองให้ได้รับยกเว้นการเรียนรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปของหลักสูตรปริญญาตรีที่ขอศึกษาปริญญาที่สอง
กรณีคณบดีหรือคณะกรรมการวิชาการพิจารณาเห็นว่าผู้ขอศึกษาปริญญาที่สอง ยังขาดความรู้ในหมวดวิชาทั่วไป อาจกำหนดให้ศึกษาเพิ่มเติมวิชาเหล่านั้นได้โดยให้นำหน่วยกิตต่างหาก ไม่ถือเป็นหน่วยกิตสะสม
- (4) ต้องลงทะเบียนเรียนวิชาเพิ่มเติมอีกไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของจำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร
- (5) การพิจารณาเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่เคยศึกษามาแล้วในปริญญาเดิม ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณบดีหรือคณะกรรมการวิชาการ ทั้งนี้รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่สามารถเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตได้ต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ข้อ 6.2
- (6) ระยะเวลาการศึกษาของผู้ศึกษาปริญญาที่สองต้องไม่เกินสองเท่าของจำนวนเวลาที่กำหนดไว้ต้องศึกษาในหลักสูตรตั้งแต่การเริ่มเข้าศึกษาครั้งแรก

/ข้อ 7 การเทียบโอน...

- 4 -

ข้อ 7 การเทียบโอนความรู้และการให้หน่วยกิตจากการศึกษานอกระบบ และ/หรือการศึกษาตามอัธยาศัยเข้าสู่การศึกษาในระบบ ให้ใช้หลักเกณฑ์ดังนี้

- 7.1 ผู้มีสิทธิขอเทียบโอนความรู้ต้องเป็นผู้ที่ผ่านการคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัย
- 7.2 การเทียบความรู้ให้เทียบเป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาตามหลักสูตรที่ผู้ขอเทียบต้องการเข้าศึกษา
- 7.3 การเทียบประสบการณ์จากการทำงานให้คำนึงถึงความรู้ที่ได้จากประสบการณ์เป็นหลัก
- 7.4 ให้หัวหน้าภาควิชา/สาขาวิชา เป็นผู้กำหนดวิธีการประเมิน เกณฑ์การตัดสิน เพื่อเทียบโอนหน่วยกิต โดยผ่านความเห็นชอบของคณบดี คณะกรรมการวิชาการ และสภามหาวิทยาลัย ตามลำดับ
- 7.5 ผลการประเมินต้องเทียบได้ไม่ต่ำกว่าระดับคะแนนตัวอักษร C หรือค่าระดับคะแนน 2.00 หรือเทียบเท่า จึงจะให้จำนวนหน่วยกิตของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชานั้น แต่จะไม่ให้ระดับคะแนนตัวอักษรและ ไม่มีการนำมาคิดคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม
- 7.6 การบันทึกผลการเรียน ให้บันทึกตามวิธีการประเมิน ดังนี้

- (1) หน่วยกิตจากการทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) " CS " (Credits from Standardized Tests)
- (2) หน่วยกิตจากการทดสอบที่ไม่ใช่การทดสอบมาตรฐาน (Non-standardized Tests) ให้บันทึกเป็น " CE " (Credits from Exam)
- (3) หน่วยกิตจากการประเมินการศึกษา/อบรมที่จัดโดยหน่วยงานอื่นที่ไม่ใช่สถาบันอุดมศึกษา (Evaluation of Non-college Sponsored Training) ให้บันทึกเป็น " CT " (Credits from Training)
- (4) หน่วยกิตจากการเสนอแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) ให้บันทึกเป็น " CP " (Credits from Portfolio)

ข้อ 8 จำนวนหน่วยกิตที่มหาวิทยาลัยรับเทียบวิชาเรียน ตามข้อ 6.2 และ ข้อ 6.3 และจำนวนหน่วยกิตที่มหาวิทยาลัยรับเทียบโอนความรู้ ตามข้อ 7 ให้รวมกันได้ไม่เกินสามในสี่ของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรที่ขอเทียบ และนักศึกษาที่ได้รับการเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตจะต้องใช้เวลาศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยที่รับเทียบอย่างน้อยหนึ่งปีการศึกษา

ข้อ 9 ขั้นตอนการขอเทียบโอนผลการเรียน มีดังต่อไปนี้

9.1 ผู้ที่ประสงค์ขอเทียบโอนผลการเรียนติดต่อยื่นคำร้องที่สำนักทะเบียน พร้อมแบบเอกสารหลักฐานดังนี้

- (1) ใบรายงานผลการศึกษา (Transcript) ที่สถาบันอุดมศึกษาเดิมออกให้เป็นทางการ
- (2) คำอธิบายรายวิชา (Course Description) ของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาของสถาบันอุดมศึกษาเดิมที่ขอเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต ที่ได้รับการรับรองเอกสารจากสถาบันอุดมศึกษาเดิม
- (3) หลักฐานอื่นๆ เช่น ใบประกาศนียบัตร ใบรับรองการทำงาน เป็นต้น กรณีการเทียบโอนความรู้จากการศึกษานอกระบบและ/หรือการศึกษาตามอัธยาศัย

/9.2 สำนักทะเบียน...

- 5 -

9.2 สำนักทะเบียนนำคำร้องพร้อมเอกสารหลักฐานตามข้อ 9.1 เสนอคณะกรรมการหรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งให้ทำหน้าที่เทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตของคณะ/ภาควิชา/สาขาวิชาที่ผู้ประสงค์ขอเทียบโอนผลการเรียนต้องการศึกษาเข้าศึกษาต่อ เพื่อพิจารณาเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต

9.3 คณะกรรมการหรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งให้ทำหน้าที่เทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตตามข้อ 9.2 พิจารณาเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต โดยผ่านความเห็นชอบจากคณบดี และส่งผลการเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตให้สำนักทะเบียน

9.4 ผู้ที่ยื่นคำร้องรับทราบผลการเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตจากสำนักทะเบียนและชำระเงินค่าธรรมเนียมการเทียบโอนหน่วยกิตตามอัตราที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้ในคู่มือการศึกษาของปีการศึกษาที่ยื่นเรื่อง

9.5 การเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตจะสมบูรณ์ เมื่อนักศึกษาชำระเงินค่าธรรมเนียมการเทียบโอนครบถ้วนแล้ว

ข้อ 10 ให้คณบดีเป็นผู้รับมอบอำนาจจากอธิการบดีในการลงนามอนุมัติผลการเทียบวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต

ประกาศ ณ วันที่ 28 เมษายน พ.ศ. 2551



(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเจตน์ จันทรัมย์)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ภาคผนวก ง
ประวัติและผลงานอาจารย์ประจำหลักสูตร

ประวัติและผลงานอาจารย์ประจำหลักสูตร

1. ศ. ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ศาสตราจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|--------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| ปร.ด. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2544 |
| วศ.ม. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2541 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมอุตสาหกรรม | มหาวิทยาลัยขอนแก่น | 2528 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) รัตติกาล สมั่น, สรวุฒิ สัจจวรกาญจน์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ และ ฐานิตย์ เมธิยานนท์ (2564). ผลของการใช้เถ้าลอยถ่านหินลิกไนต์ต่อการเปลี่ยนโครงสร้างของโพแทสเซียมในเถ้าและเดโพลิตจากการเผาไหม้ร่วมกับทะเลาปาล์มเปล่าในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบขึ้น, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 มีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, หน้า 238-244. | 0.2 |
| 2) ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, ฐานิตย์ เมธิยานนท์ และ พิชิต แก้วโกสุ่ม (2564). การศึกษาเบื้องต้นของการเกิดเกาะรวมตัวของเบตจากการเผาไหม้ทะเลาปาล์มร่วมกับทะเลาปาล์มเปล่าในเตาเผาไหม้ฟลูอิดไคซ์เบดแบบหมุนเวียน, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 231-237. | 0.2 |
| 3) T.Madhiyanon, P.Sathitruangsak, S.Sungworagarn and T.Udomman, Investigation of rice-straw-ash fouling/slugging and countermeasures using supplementary additives and co-firing with Si-Al-rich coal in a pilot-scale grate-fired combustor, Journal of the Energy Institute, Volume 93, Issue 5, October 2020, Pages 1848-1867 | 1.0 |
| 4) ฐานิตย์ เมธิยานนท์, สรวุฒิ สัจจวรกาญจน์, ธรรมบุญ อุดมมัน และ รัตติกาล สมั่น (2563). การศึกษาการนำเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีโพแทสเซียมสูงมาเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, หน้า 41-47. | 0.2 |
| 5) ธรรมบุญ อุดมมัน, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, สรวุฒิ สัจจวรกาญจน์ และ ฐานิตย์ เมธิยานนท์ (2563). ผลของเกล็ดและการเผาไหม้ร่วมกับถ่านหินต่อการเคลื่อนย้ายของโพแทสเซียมและคลอรีน ขณะการเผา | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| ไหม้ฟางข้าวและแกลบ, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, หน้า 277-285 | |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--------------------------|
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| MECH0311 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| MECH0462 | การถ่ายเทความร้อน |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| MECH0468 | การเผาไหม้เบื้องต้น |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-----------------------------------|
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |

2. รศ. ดร.สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด

ตำแหน่งทางวิชาการ.....รองศาสตราจารย์...

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2549 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2543 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2538 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) S. Chokphoemphun, S. Eiamsa-ard, P. Promvongse, S. Thongdaeng, S. Hongkongga, Heat transfer of a coil-tube heat exchanger in the freeboard zone of a rice husk fluidized-bed combustor, International Communications in Heat and Mass Transfer, Volume 127, October 2021, pp.105462. | 1.0 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 2) P. Promvonge, S. Eiamsa-ard, K. Wongcharee, V. Chuwattanakul, P. Samruaisin, S. Chokphoemphun, K. Nanan, P. Eiamsa-ard, Characterization of heat transfer and artificial neural networks prediction on overall performance index of a channel installed with arc-shaped baffle turbulators, Case Studies in Thermal Engineering, Volume 26, August 2021, pp. 101067. | 1.0 |
| 3) S. Eiamsa-ard, W. Changcharoen, R. Beigzadeh, P. Eiamsa-ard, K. Wongcharee, V. Chuwattanakul, Influence of co/counter arrangements of multiple twisted-tape bundles on heat transfer intensification, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, Volume 160, March 2021, pp. 108304. | 1.0 |
| 4) R. Beigzadeh, S. Eiamsa-ard, Fuzzy logic to thermal and friction characteristics of turbulent air-flow over diamond-shaped turbulators, International Communications in Heat and Mass Transfer, Volume 120, January 2021, pp. 105001. | 1.0 |
| 5) N. Siriwan, B. Bubphachot, S. Eiamsa-ard, K. Wongcharee, T. Chompookham and P. Promthaisong, 3D simulation on turbulent flow and heat transfer behaviors in a five-start corrugated tube: Effect of depth ratio and tube modification, Engineering and Applied Science Research, 2021, 48(6), pp. 694–703. | 1.0 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0420 | ระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |
| MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-----------------------------|
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |

3. รศ. ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....รองศาสตราจารย์...

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| ปร.ด. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2553 |
| วศ.ม. | เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2547 |
| อส.บ. | เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2545 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, รัฐพงศ์ ดวนสูง, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, วริษฐ์ อัครจารุสิทธิ์, สานิต หนูสงวน, อาณัติ พิลา และ สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด (2564). การศึกษาเชิงตัวเลขของพฤติกรรมการไหลและการถ่ายเทความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการติดตั้งแผ่นกั้นด้วยโปรแกรมจำลองการไหลโซลิตเวิร์ค, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 207-213. | 0.2 |
| 2) พิเชิต แก้วโกสุม, รัฐพงศ์ ดวนสูง, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, อาณัติ พิลา และ สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด (2564). อิทธิพลของมุมปะทะของแผ่นใบพัดรูปตัววีที่มีผลต่อคุณลักษณะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 128-138. | 0.2 |
| 3) สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ทวีทรัพย์ ดีเสื่อ, มีสุข มั่นสสีลา, ประสิทธิ์ เล็กน้อยกุล, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด และ อาณัติ พิลา (2564). อิทธิพลของการจัดวางแผ่นกั้นที่มีผลต่อการปรับปรุงสมรรถนะเชิงความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยโปรแกรมจำลองการไหลโซลิตเวิร์ค, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 199-206. | 0.2 |
| 4) ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, ฐานิตย์ เมธิยานนท์ และ พิเชิต แก้วโกสุม (2564). การศึกษาเบื้องต้นของการเกิดเกาะรวมตัวของเบดจากการเผาไหม้กะลาปาล์มร่วมกับทะเลลายปาล์มเปล่าในเตาเผาไหม้ฟลูอิดซ์เบดแบบหมุนเวียน, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 231-237 | 0.2 |
| 5) รัตติกาล สมัน, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ และฐานิตย์ เมธิยานนท์ (2564). ผลของการใช้เถ้าลอยถ่านหินลิกไนต์ต่อการเปลี่ยนโครงสร้างของโพแทสเซียมในเถ้าและเดโพลิตจากการ | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| เผาไหม้ร่วมกับทะเลลายปาล์มเปล่าในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบชั้น, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 238-244. | |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------------|
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| MECH0311 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0462 | การถ่ายเทความร้อน |
| MECH0468 | การเผาไหม้เบื้องต้น |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-----------------------------------|
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| MECH0363 | วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0465 | การออกแบบระบบทางความร้อน |
| MECH0466 | การเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งและชีวมวล |

4. ผศ. ดร.ฐิติพล หุยนันท์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|--|--|-------------------------|
| Ph.D. | Mechanical Engineering | University of Sheffield, UK | 2546 |
| M.Sc. | Engineering and Manufacturing Management | Coventry University, UK | 2539 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2534 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) Huyanan, T. (2019). Strain Signal Processing from Finite Element Analysis of Circular Ring Load Cell, Engineering Transactions, Vol.22 No.1 (46) Jan-Jun 2019, pp. 25-33. | 0.4 |
| 2) Huyanan, T. (2017). Finite Element Analysis of Strain Gauges Location on Circular Ring Load Cell, Engineering Transactions, Vol.20 No.2 (43) Jul-Dec 2017, pp. 75-85. | 0.4 |
| 3) Tossapanon, P. and Huyanan, T. (2021). Using graphene material with functionally graded beam structures-A comprehensive review, Engineering Transactions, 24(51), pp.66-113, July-December 2021. | 0.4 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--|
| MECH0215 | กลศาสตร์ของแข็ง |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--|
| MECH0230 | กลศาสตร์วัสดุ |
| MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0440 | การวิเคราะห์เชิงไฟไนต์เอลิเมนต์เบื้องต้น |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |

5. ผศ. ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์.

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2553 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ | 2540 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) สมชาย ศรีพัฒนพิพัฒน์ และ เสถียรพงศ์ หุยนันท์ (2563). การศึกษาสมรรถนะความร้อนเชิงตัวเลขและการผลิตเอนโทรปีในท่อ ที่มีครีบบางแหวนเอียง, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, หน้า 263-270. | 0.2 |
| 2) Somchai Sripattanapipat, Watcharin Noothong and Pongjet Promvong “Numerical Study on Heat Transfer and Entropy Generation of Nanofluid Flow in Round Tube with Inclined Ring Ribs”, The 11 th TSME International Conference on Mechanical Engineering, 1st – 4th December 2020, Ubon Ratchathani, Thailand | 1.0 |
| 3) Somchai Sripattanapipat, Sateinpong Huyanan and Pongjet Promvong “Numerical Thermal Performance Analysis in a Heat Exchanger Tube with V-shaped Discrete Ribs”, The 31st Conference of The Mechanical Engineering Network of Thailand, 4 - 7 July 2017, Nakhonnayok, Thailand | 1.0 |
| 4) Somchai Sripattanapipat and Pongjet Promvong “Numerical Heat Transfer Study in Solar Air Heater with Angled Pentagonal Rings” 4th International Conference on Applied Electrical and Mechanical Engineering 2017 (ICAEME 2017), August 31 - September 2, 2017, Nongkhai, Thailand, | 1.0 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0455 | กังหันแก๊ส |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------------------|
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0455 | กังหันแก๊ส |
| MECH0463 | การทำความเย็นและการปรับอากาศ |

6. ผศ. ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2541 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) สมศักดิ์ เพ็ชรกุล และ วาโย ช้างเจริญ, การศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องทำอากาศร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีครีบบรูปร่างที่แตกต่างกัน, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 (ME-NETT 2021), กรกฎาคม 2564, จังหวัดนครปฐม, เลขหน้า 1079-1086. | 0.2 |
| 2) วาโย ช้างเจริญ และ สมศักดิ์ เพ็ชรกุล (2564). การศึกษาเชิงตัวเลขของอิทธิพลของระยะห่างของหัวฉีดกับแผ่นปะทะต่อลักษณะการไหลและการถ่ายโอนความร้อนในช่องทางการไหลปะทะแบบจำกัด, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20 วันที่ 18-19 มีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 105-110. | 0.2 |
| 3) วาโย ช้างเจริญ และ สมศักดิ์ เพ็ชรกุล (2563). การศึกษาเชิงตัวเลขของผลกระทบของแผ่นกั้นขนานสำหรับการไหลปะทะแบบเจ็ทช่องเดี่ยว ต่อลักษณะการไหลและการถ่ายโอนความร้อนในช่องทางการไหลจำกัด, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 109-114. | 0.2 |
| 4) สมศักดิ์ เพ็ชรกุล และ วาโย ช้างเจริญ (2563). การศึกษาทดลองสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องผลิตอากาศร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีครีบบริเวณคานแผ่นดูดซับความร้อน, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 88-92. | 0.2 |
| 5) สมศักดิ์ เพ็ชรกุล และ วาโย ช้างเจริญ (2562). สมรรถนะทางความร้อนของเครื่องผลิตอากาศร้อนพลังงานแสงอาทิตย์, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18, วันที่ 20-21 มีนาคม พ.ศ. 2562, จังหวัดกระบี่, เลขหน้า 279-283. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0420 | ระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |
| MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0461 | เครื่องยนต์สันดาปภายใน |

7. ผศ. ดร.วโย ช้างเจริญ

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|---------------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2555 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ | 2548 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมการบินและอวกาศยาน | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2541 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) สมศักดิ์ เพ็ชรกุล และ วาโย ช้างเจริญ, การศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องทำอากาศร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีครีบูรูปร่างที่แตกต่างกัน, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 (ME-NETT 2021), กรกฎาคม 2564, จังหวัดนครปฐม, เลขหน้า 1079-1086. | 0.2 |
| 2) วาโย ช้างเจริญ และ สมศักดิ์ เพ็ชรกุล (2564). การศึกษาเชิงตัวเลขของอิทธิพลของระยะห่างของหัวฉีดกับแผ่นปะทะต่อลักษณะการไหลและการถ่ายโอนความร้อนในช่องทางการไหลปะทะแบบจำกัด, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20 วันที่ 18-19 มีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 105-110. | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 3) วาโย ช้างเจริญ และ สมศักดิ์ เพ็ชรกุล (2563). การศึกษาเชิงตัวเลขของผลกระทบของแผ่นกันขนานสำหรับการไหลปะทะแบบเจ็ทช่องเดี่ยว ต่อลักษณะการไหลและการถ่ายโอนความร้อนในช่องทางไหลจำกัด, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 109-114. | 0.2 |
| 4) สมศักดิ์ เพ็ชรกุล และ วาโย ช้างเจริญ (2563). การศึกษาทดลองสมรรถนะทางความร้อนของเครื่องผลิตอากาศร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีครีบทริมเดคบนแผ่นดูดซับความร้อน, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 88-92. | 0.2 |
| 5) สมศักดิ์ เพ็ชรกุล และ วาโย ช้างเจริญ (2562). สมรรถนะทางความร้อนของเครื่องผลิตอากาศร้อนพลังงานแสงอาทิตย์, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18, วันที่ 20-21 มีนาคม พ.ศ. 2562, จังหวัดกระบี่, เลขหน้า 279-283. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------|
| MECH0210 | กลศาสตร์ของไหล |
| MECH0211 | กลศาสตร์ของไหลประยุกต์ |
| MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ |
| MECH0451 | เครื่องจักรกลกังหัน |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-----------------------------|
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0450 | อากาศพลศาสตร์ |

8. ผศ. ดร.กฤษณ์ เรืองพยุงค์ศักดิ์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2560 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2547 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2540 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) นนทพร มุลวรรณ, กฤษณ์ เรืองพยุงค์ดี, นุภาพ แยมไตรพัฒน์, นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ และ สมิต์ เอี่ยมสะอาด (2563). การถ่ายเทความร้อนในท่อกลมที่ติดตั้งวงแหวนพื้นปลา, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 352-256 | 0.2 |
| 2) พัทธ์ชัย พร้อมไธสง และกฤษณ์ เรืองพยุงค์ดี (2563). การศึกษาพฤติกรรมการไหลและการถ่ายเทความร้อนในท่อลูกฟูก 3 ร่อง, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 352-256 | 0.2 |
| 3) Ruengpayungsak, K., Saysroy, A., Wongcharee, K. and Eiamsa-ard, S. (January 2019). Thermohydraulic performance evaluation of heat exchangers equipped with centrally perforated twisted tape: Laminar and turbulent flows, Journal of Thermal Science and Technology 14(1), pp. JTST0002. | 1.0 |
| 4) Eiamsa-ard, S., Ruengpayungsak, K., Thianpong, C., Pimsarn, M., Chuwattanakul, V. (November 2019). Parametric study on thermal enhancement and flow characteristics in a heat exchanger tube installed with protruded baffle bundles, International Journal of Thermal Sciences 145, pp. 106016. | 1.0 |
| 5) Ruengpayungsak, K., Kumar, M., Chuwattanakul, V. and Eiamsa-ard, S. (December 2019). Experimental Study of the Effects of Inclusion of Rectangular-Cut Twisted Tapes on Heat Transfer and Pressure Drop in a Round Tube, Arabian Journal for Science and Engineering 44(12), pp. 10303-10312. | 1.0 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|----------------------------|
| MECH0115 | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------------|
| MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |

9. ผศ. ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2560 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2554 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) P. Promvongse, S. Eiamsa-ard, K. Wongcharee, V. Chuwattanakul, P. Samruaisin, S. Chokphoemphun, K. Nanan, P. Eiamsa-ard, Characterization of heat transfer and artificial neural networks prediction on overall performance index of a channel installed with arc-shaped baffle turbulators, Case Studies in Thermal Engineering, Volume 26, August 2021, pp. 101067. | 1.0 |
| 2) ปรัชญา สํารวยสินธุ์, สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด และ ขวัญจิต วงษ์ขารี (2564). การศึกษาการถ่ายเทความร้อนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่สอดใส่แผ่นบางติดครีป 60 องศา, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 มีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 220-224. | 0.2 |
| 3) P. Samruaisin, K. Wongcharee, V. Chuwattanakul, S. Eiamsa-ard, Silver-water nanofluid flow and convective heat transfer in a microfin tube equipped with loose-fit twisted tapes, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, June 2020, Volume 140(5), pp. 2541-2554. | 1.0 |
| 4) P. Samruaisin, K. Kunnarak, V. Chuwattanakul and S. Eiamsa-ard, Effect of sparsely placed twisted tapes installed with multiple-transverse twisted-baffles to enhance heat transfer, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, January 2020, Volume 140(3), pp. 1159-1175. | 1.0 |
| 5) ปรัชญา สํารวยสินธุ์ และ สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด (2563). คุณลักษณะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนและความดันตกคร่อมในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นที่มีผิวร่องเกลียว, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 179-183. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0421 | การควบคุมกำลังของไหล |
| MECH0420 | ระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--|
| MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0201 | เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0483 | การออกแบบระบบไฮดรอลิกและนิวเมติก |

10. ผศ.ดร.อาณัติ พิลา

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์..

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2562 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2554 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) ธนาวุฒิ บุญทัน และ อาณัติ พิลา (2564). ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานผลิตแม่พิมพ์และชิ้นส่วนยานยนต์ กรณีศึกษา บริษัทโอทีกิฮาร่า (ประเทศไทย) จำกัด, การประชุมวิชาการการถ่ายทอดผลงานความรู้อและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 111-117. | 0.2 |
| 2) อาณัติ พิลา, ฉัตรสุดา เทียนแสงสว่าง, ปภาวดี พัดตง, วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ และ เพชรพิสิฐ เอี่ยมสะอาด (2564). การเพิ่มสมรรถนะเชิงความร้อนในท่ออุ่นอากาศแบบช่องขนานด้วยแผ่นกั้นเอียง, การประชุมวิชาการการถ่ายทอดผลงานความรู้อและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 118-127. | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 3) พิชิต แก้วโกสมุ, รัฐพงศ์ ดวนสูง, สราวุฒิ สังวรกาญจน์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, อาณัติ พิลลา และ สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด (2564). อิทธิพลของมุมปะทะของแผ่นใบปิดรูปตัววีที่มีผลต่อคุณลักษณะการเพิ่ม การถ่ายเทความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและ มวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 128-138. | 0.2 |
| 4) วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, ปภาวดี พัดดง, ฉัตรสุดา เทียนแสงสว่าง, สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด และ อาณัติ พิลลา (2564). การประเมินสมรรถนะเชิงความร้อนของเครื่องอุ่นอากาศพลังแสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้ง ตัวสร้างการไหลหมุนวนชนิดแผ่นกันเอียงรูปตัววี, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อน และมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 139-148. | 0.2 |
| 5) ทวีทรัพย์ ดีเสื่อ และ อาณัติ พิลลา (2564). คุณลักษณะของการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความ ความดันภายในท่อแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีการติดตั้งแผ่นกันด้วยโปรแกรมจำลองการไหลโซลิดเวิร์ค, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 191-198. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0460 | วิศวกรรมยานยนต์เบื้องต้น |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0481 | วิศวกรรมยานยนต์ |

11. ผศ. ดร.นุภาพ แยมไตรพัฒน์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| ปร.ด. | เทคโนโลยีพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2547 |
| วศ.ม. | เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2542 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี | 2533 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, ธนวิษณุ กิ่งดอกไม้, ธรรมธัช พรไพบูลย์วิทย์, เกรียงศักดิ์ ยิ้มเอื้อน, กฤษณะ ทองพิมพ์, พิมพ์เนตร มูลสวัสดิ์, อาณัติ พิลลา, นุภาพ แยมไตรพัฒน์ และ นิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของการจัดวางแผ่นใบปิดต่อการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความดันภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 143-152. | 0.2 |
| 2) อาณัติ พิลลา, ธนวิษณุ กิ่งดอกไม้, กิตติ พิบูลย์วัฒนวงษ์, ปภาณ จุลภณ, ธีรวัฒน์ ชันทะสีมา, ไชยวัฒน์ ศิลป์ประสิทธิ์, วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, นุภาพ แยมไตรพัฒน์ และนิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของแผ่นกั้นต่อสมรรถนะเชิงความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 153-162. | 0.2 |
| 3) นนทพร มูลวรรณ, กฤษณ์ เรืองพยุงค์, นุภาพ แยมไตรพัฒน์, นิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ และ สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด (2563). การถ่ายเทความร้อนในท่อกลมที่ติดตั้งวงแหวนพันปลา, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2562, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 352-356 | 0.2 |
| 4) อาณัติ พิลลา, ธนวิษณุ กิ่งดอกไม้, กิตติ พิบูลย์วัฒนวงษ์, ปภาณ จุลภณ, ธีรวัฒน์ ชันทะสีมา, ไชยวัฒน์ ศิลป์ประสิทธิ์, วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, นุภาพ แยมไตรพัฒน์ และ นิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของแผ่นกั้นต่อสมรรถนะเชิงความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2562, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 153. | 0.2 |
| 5) วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, ธนวิษณุ กิ่งดอกไม้, ธรรมธัช พรไพบูลย์วิทย์, เกรียงศักดิ์ ยิ้มเอื้อน, กฤษณะ ทองพิมพ์, พิมพ์เนตร มูลสวัสดิ์, อาณัติ พิลลา, นุภาพ แยมไตรพัฒน์ และ นิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของการจัดวางแผ่นใบปิดต่อการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความดันภายในท่อ | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| สีเหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2562, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 143. | |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------------|
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-----------------------------|
| MECH0220 | อุณหพลศาสตร์ |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |

12. ผศ. สรวุฒิ สังวรกาญจน์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์.

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2559 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) T.Madhiyanon, P.Sathitruangsak, S.Sungworagarn and T.Udomman, Investigation of rice-straw-ash fouling/slagging and countermeasures using supplementary additives and co-firing with Si-Al-rich coal in a pilot-scale grate-fired combustor, Journal of the Energy Institute, Volume 93, Issue 5, October 2020, Pages 1848-1867 | 1.0 |
| 2) พิชิต แก้วโกสุม, รัฐพงศ์ ดวนสูง, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, อาณัติ พิลา และ สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด (2564). อิทธิพลของมุมปะทะของแผ่นใบปิดรูปตัววีที่มีผลต่อคุณลักษณะการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนภายในท่อสีเหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 128-138. | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 3) สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ทวีทรัพย์ ดีเสื่อ, มีสุข มั่นสสีลา, ประสิทธิ์ เล็กน้อยกุล, ประสาน สติത്യเรืองศักดิ์, สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด และ อาณัติ พิลลา (2564). อิทธิพลของการจัดวางแผ่นกันที่มีผลต่อการปรับปรุงสมรรถนะเชิงความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยโปรแกรมจำลองการไหลโซลิดเวิร์ค, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 199-206. | 0.2 |
| 4) ประสาน สติത്യเรืองศักดิ์, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, อาณัติ และสมิทธิ์ เอี่ยมสอาด (2564). การศึกษาเชิงตัวเลขของพฤติกรรมการไหลและการถ่ายความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีกาติดตั้งแผ่นกันด้วยโปรแกรมจำลองการไหลโซลิดเวิร์ค, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 207-213. | 0.2 |
| 5) รัตติกาล สมัน, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ประสาน สติത്യเรืองศักดิ์ และฐานิตย์ เมธิยา (2564). ผลของการใช้เก้าอี้ลอยถ่านหินลิกไนต์ต่อการเปลี่ยนโครงสร้างของโพแทสเซียมในถ่านและเตาโพลิตจากการเผาไหม้ร่วมกับทะเลลายปาล์มเปล่าในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบขึ้น, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 238-244. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0443 | คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล |

13. ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|--|--|-------------------------|
| Ph.D. | Mechanical Engineering | University of Sheffield, UK | 2551 |
| M.Sc. | Engineering and Manufacturing Management | Coventry University, UK | 2541 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2535 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) สมิทธี เอี่ยมสะอาด, เก่งกล้า กุณรักษ์, ขวัญจิต วงษ์ซารี และเสถียรพงศ์ หุยนันท์ (2564). คุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของเจ็ทหมุนควงพุ่งชนบนแผ่นผิวเรียบโดยใช้หัวฉีดทรงเกลียว, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 มีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, หน้า 214-219. | 0.2 |
| 2) สมชาย ศรีพัฒนพิพัฒน์ และ เสถียรพงศ์ หุยนันท์ (2563). การศึกษาสมรรถนะความร้อนเชิงตัวเลขและการผลิตเอนโทรปีในท่อ ที่มีครีบบางแหวนเอียง, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, หน้า 263-270. | 0.2 |
| 3) Sripattanapipat, S., Huyanan, S., Phairote, W. and Promvongse, P. (2019). Numerical Simulation of Turbulent Flow and Heat Transfer in Hexagonal Dimpled Channel, The 33 rd Conference of The Mechanical Engineering Network of Thailand, 2-5 July 2019, Udon Thani, pp. 228. | 0.2 |
| 4) Sripattanapipat, S., Huyanan, S. and Promvongse, P. (2018). Numerical Study of Al ₂ O ₃ -Water Nanofluid Flow and Heat Transfer in Tube with Angled Rings, The 32 nd Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 3-6 July 2018, Mukdahan, pp. 288. | 0.2 |
| 5) Sripattanapipat, S., Huyanan, S. and Promvongse, P. (2017). Numerical Thermal Performance Analysis in a Heat Exchanger Tube with V-Sharp Discrete Ribs, The 31 st Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, 4-7 July 2017, Nakhon Nayok, pp. 137. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--------------------|
| MECH0360 | การสิ้นสะท้อนทางกล |
| MECH0430 | การควบคุมอัตโนมัติ |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--|
| MECH0301 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0360 | การสิ้นสะท้อนทางกล |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม |

14. ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2560 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2544 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2542 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, ธนวิษณุ กิ่งดอกไม้, ธรรมธัช พรไพบูลย์วิทย์, เกียรติศักดิ์ ยิ้มเยื่อน, กฤษณะ ทองพิมพ์, พิมพ์ณเดชร มูลสวัสดิ์, อาณัติ พิลา, นุภาพ แยมไทรพัฒน์ และ นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของการจัดวางแผ่นใบปิดต่อการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความดันภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 143-152. | 0.2 |
| 2) อาณัติ พิลา, ธนวิษณุ กิ่งดอกไม้, กิตติ พิบูลย์วัฒนวงษ์, ปภาณ จุลบถ, ธีรวิวัฒน์ ชันทะสีมา, ไชยวัฒน์ ศิลป์ประสิทธิ์, วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, นุภาพ แยมไทรพัฒน์ และนิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของแผ่นกั้นต่อสมรรถนะเชิงความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 153-162. | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 3) นนทพร มุลวรรณ, กฤษณ์ เรืองพยุงค์ศักดิ์, นุภาพ แยมไทรพัฒน์, นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ และ สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด (2563). การถ่ายเทความร้อนในท่อกลมที่ติดตั้งวงแหวนพันปลา, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 352-256 | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อสำหรับอาคาร |
| MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0456 | การออกแบบระบบท่อ |
| MECH0467 | การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน |

15. ดร. วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|--|----------------------------|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์ | 2562 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมการจัดการ อุตสาหกรรมการผลิต | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2547 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2543 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, ปภาวดี พัดดง, ฉัตรสุดา เทียนแสงสว่าง, สมิทธิ์ เอี่ยมสะอาด และ อาณัติ พิลา (2564). การประเมินสมรรถนะเชิงความร้อนของเครื่องอุ่นอากาศพลังแสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้งตัวสร้างการไหลหมุนวนชนิดแผ่นกั้นเอียงรูปตัววี, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและ | 0.2 |

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| มวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 139-148. | |
| 2) อาณัติ พิลา, ฉัตรสุดา เทียนแสงสว่าง, ปภาวดี พัดคง, วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ และ เพชรพิสิฐ เอี่ยมสะอาด (2564). การเพิ่มสมรรถนะเชิงความร้อนในท่ออุณหอากาศแบบช่องขนานด้วยแผ่นกั้นเอียง, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 20, วันที่ 18-19 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2564, จังหวัดสงขลา, เลขหน้า 118-127. | 0.2 |
| 3) วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, ธนวิชญ์ กิ่งดอกไม้, ธรรมธัช พรไพบูลย์วิทย์, เกียรติศักดิ์ ยิ้มเยื่อน, กฤษณะ ทองพิมพ์, พิมพ์ณเดร มูลสวัสดิ์, อาณัติ พิลา, นุภาพ แยมไตรพัฒน์ และ นิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของการจัดวางแผ่นใบปิดต่อการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความดันภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 143-152. | 0.2 |
| 4) อาณัติ พิลา, ธนวิชญ์ กิ่งดอกไม้, กิตติ พิบูลย์วัฒนวงษ์, ปภาณ จุลบถ, จีร์วัฒน์ ชันทะสีมา, ไชยวัฒน์ ศิลป์ประสิทธิ์, วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ, นุภาพ แยมไตรพัฒน์ และนิวัตติ์ พิริยะรุ่งโรจน์ (2563). อิทธิพลของแผ่นกั้นต่อสมรรถนะเชิงความร้อนภายในท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, เลขหน้า 153-162. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0111 | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน |
| MECH0115 | การเขียนแบบวิศวกรรม |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0430 | การควบคุมอัตโนมัติ |
| MECH0478 | การควบคุมและการบริหารงานคุณภาพ |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0111 | พลศาสตร์วิศวกรรม |
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0401 | ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ |

16. ดร.ประพจน์ ทศภานนท์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| วศ.ด. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2562 |
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2558 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2548 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) Tossapanon, P. and Huyanan, T. (2021). Using graphene material with functionally graded beam structures-A comprehensive review, Engineering Transactions, 24(51), pp.66-113, July-December 2021. | 0.4 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0240 | กลศาสตร์เครื่องจักรกล |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |

17. อาจารย์วชิรวิทย์ สงสุวรรณ

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2554 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2544 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) W. Songsuwan and N. Wattanasakulpong, Amplitude analysis of functionally graded beams under linear decreasing and exponential loads, JRAME, Volume 8, June 2020, pages 1-10. | 0.8 |
| 2) N. Wattanasakulpong and W. Songsuwan, Application of the Adomian Modified Decomposition Method to Free Vibration Analysis of Thin Plates with Elastic Supports, Engineering Transactions, Volume 23(2), December 2020, pages 115-125. | 0.4 |
| 3) B. Srikarun, W. Songsuwan and N. Wattanasakulpong, Linear and nonlinear static bending of sandwich beams with functionally graded porous core under different distributed loads, Composite Structures, Volume 276, November 2021, page 114538. | 1.0 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|---|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0209 | โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |
| MECH0444 | คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0315 | การวัดและเครื่องมือวัด |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |
| MECH0410 | แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม |
| MECH0415 | การหาค่าเหมาะสมที่สุดทางวิศวกรรม |

18. อาจารย์คันทพงษ์ ศรีสถิตย์

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|--|-------------------------|
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2546 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2541 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) อาทิตย์ อัครสุชี คันธพจน์ ศรีสถิตย์ และตะวัน สุขน้อย, “การปรับปรุงลีโอนาร์ไดต์และดินแดงเป็นตัวดูดซับสำหรับกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Modification of Leonardite and Red Clay as Adsorbents for H ₂ S Removal from Biogas),” วารสาร มทร.อีสานฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 11, ฉบับที่ 1, มกราคม-เมษายน, 2561, เลขหน้า 147-158. | 0.2 |
| 2) อาทิตย์ อัครสุชี นิสา เชิดในเมือง แคทลียา ไกล่กลาง ดวงภา พินิจกิจ คันธพจน์ ศรีสถิตย์ และตะวัน สุขน้อย, “ลีโอนาร์ไดต์และดินแดงตัวดูดซับที่มีราคาถูกและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสำหรับการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์จากแก๊สชีวภาพ,” ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย วันที่ 26-27 มกราคม 2560 ณ จังหวัดพะเยา, 2560, เลขหน้า 1482-1485. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|--|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0320 | กลศาสตร์ของแข็งประยุกต์ |
| MECH0332 | การออกแบบเครื่องจักรกล |
| MECH0441 | การออกแบบผลิตภัณฑ์เบื้องต้นสำหรับการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ฉีด |
| MECH0442 | พื้นฐานการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|---------------------------------------|
| MECH0190 | การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน |
| MECH0340 | การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล |
| MECH0335 | กลศาสตร์วัสดุประยุกต์ |
| MECH0445 | การออกแบบผลิตภัณฑ์และแม่พิมพ์ฉีด |
| MECH0482 | การควบคุมคุณภาพและการบริหารความเสี่ยง |

19. อาจารย์รัตติกาล สมัน

ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|
| วศ.ม. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2564 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร | 2560 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|--|------------|
| 1) ฐานิตย์ เมธิยานนท์, สรวุฒิ สังวรกาญจน์ และรัตติกาล สมัน , ศึกษาการแก้ปัญหาการเกาะของอนุภาคบนท่อไอน้ำร้อนยวดยิ่งจำลองจากการเผาไหม้ฟางข้าวร่วมเกลบในเตาเผาไหม้ตะกรับแบบชั้น , การถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18, 20-21 มีนาคม 2562, กระบี่, เลขหน้า 253-261. | 0.2 |
| 2) รัตติกาล สมัน, ฐานิตย์ เมธิยานนท์, สรวุฒิ สังวรกาญจน์ และประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์, การแก้ปัญหาฟาล์วโดยใช้เกาลินเป็นสารเติมแต่งและการเผาไหม้ร่วมกับถ่านหินแอนทราไซต์ในการเผาไหม้ฟางข้าวร่วมกับเกลบในเตาเผาไหม้แบบตะกรับ, การประชุมวิชาการเครื่องช่วยวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33, 2-5 กรกฎาคม 2562, จ.อุดรธานี, เลขหน้า 23-24. | 0.2 |
| 3) ฐานิตย์ เมธิยานนท์, สรวุฒิ สังวรกาญจน์, ธรรมบุญ อุดมมัน และ รัตติกาล สมัน (2563). การศึกษาการนำเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีโพแทสเซียมสูงมาเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า, การประชุมวิชาการการถ่ายเทพลังงานความร้อนและมวลในอุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 19, วันที่ 12-13 มีนาคม พ.ศ. 2563, จังหวัดจันทบุรี, ๑-หน้า 41-47. | 0.2 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------------|
| MECH0115 | การเขียนแบบวิศวกรรมพื้นฐาน |
| MECH0350 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 1 |
| MECH0351 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล 2 |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------------|
| MECH0105 | พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม |
| MECH0362 | การถ่ายเทความร้อน |
| MECH0390 | ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล |

ประวัติและผลงานอาจารย์พิเศษ

1. รศ. ดร.จรรุวัตร เจริญสุข

ตำแหน่งทางวิชาการ.....รองศาสตราจารย์.....

| วุฒิ ทุกระดับ | สาขาวิชาเอก | สถาบันที่สำเร็จการศึกษา | ปีที่สำเร็จ การศึกษา |
|------------------|------------------------|--|-------------------------|
| Ph.D. | Mechanical Engineering | University of London, UK | 2540 |
| วศ.บ. | วิศวกรรมเครื่องกล | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง | 2534 |

ผลงานทางวิชาการ

| ชื่อผลงานทางวิชาการ | ค่าน้ำหนัก |
|---|------------|
| 1) Wasinarom, K., Charoensuk, J. and Lilavivat, V. (2019). Non-equilibrium numerical modeling for combustion of LPG within porous media, International Journal of Heat and Mass Transfer 143, 118551. | 1.0 |
| 2) Onthong, K. and Charoensuk, J. (2019). A new method for zone development observation for updraft rice husk gasification, BioResources 14(3), pp. 5080-5096. | 1.0 |
| 3) Wasinarom, K. and Charoensuk, J. (2019). Experiment and numerical modeling of stratified downdraft gasification using rice husk and wood pellet, BioResources 14(3), pp. 5235-5253. | 1.0 |

ภาระงานสอนที่มีอยู่แล้ว

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|-------------------------|
| MECH0215 | กลศาสตร์ของแข็ง |
| MECH0320 | กลศาสตร์ของแข็งประยุกต์ |

ภาระงานสอนในหลักสูตรนี้

| รหัสรายวิชา | ชื่อรายวิชา |
|-------------|---------------------|
| MECH0352 | เครื่องจักรกลของไหล |

ภาคผนวก จ
ตารางเปรียบเทียบเนื้อหารายวิชาของหลักสูตรกับ มคอ.1
หรือเกณฑ์สภาวิชาชีพ

ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตร กับเนื้อหาความรู้และองค์ความรู้ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

| เนื้อหาความรู้ | รายวิชาในหลักสูตร | องค์ความรู้ | | | | | | | | |
|---|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| (1) กลุ่มความรู้ด้านการออกแบบเชิงกล (Mechanical Design) | | | | | | | | | | |
| การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) | MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม (Fundamental Engineering Drafting) MECH0190 การฝึกทักษะการใช้เครื่องมือพื้นฐาน (Basic Tool Skills Practice) MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design) | | | | X | | | | X | |
| ภาระแบบสถิต (Statics Loadings) | MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics) MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials) MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) | X | X | | | | | | | |
| ภาระแบบพลศาสตร์หรือแบบแปรผัน (Dynamics or Variable Loadings) | MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Dynamics) MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration) | X | X | | | | | | | |
| วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) | MATS0310 วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) | | | | X | | | | | |

ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตร กับเนื้อหาความรู้และองค์ความรู้ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| เนื้อหาความรู้ | รายวิชาในหลักสูตร | องค์ความรู้ | | | | | | | |
|--|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials) | MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials) MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Laboratory) MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | | | | X | X | | | |
| กระบวนการผลิต (Manufacturing Process) | MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment) MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) MECH0402 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร (Entrepreneurship for Engineers) | | | | | | X | | X |
| การวิเคราะห์และออกแบบชิ้นส่วนยานยนต์หรือเครื่องจักรกล (Analysis and Design of Vehicles or Machine Components) | MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล (Mechanics of Machinery) MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | | | | X | X | | | X |

ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตร กับเนื้อหาความรู้และองค์ความรู้ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| เนื้อหาความรู้ | รายวิชาในหลักสูตร | องค์ความรู้ | | | | | | | |
|--|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| (2) กลุ่มความรู้ด้านอุณหพลศาสตร์และของไหล (Thermal Science and Fluid Mechanics) | | | | | | | | | |
| กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics) | MECH0210 กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics) MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Laboratory) MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery) MECH0456 การออกแบบระบบท่อ (Design of Piping Systems) | X | | X | | X | | | |
| อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) | MECH0220 อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Laboratory) | X | | X | | X | | | |
| การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) | MECH0362 การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Laboratory) MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | X | | X | | X | | | |

ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตร กับเนื้อหาความรู้และองค์ความรู้ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| เนื้อหาความรู้ | รายวิชาในหลักสูตร | องค์ความรู้ | | | | | | | |
|--|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| การวิเคราะห์และออกแบบระบบและอุปกรณ์เชิงความร้อน (Analysis and Design of Thermal Systems and their Equipments) | MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ (Refrigeration and Air-Conditioning) MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน (Thermal System Design) | X | | X | | X | | X | X |
| พลังงานและการเปลี่ยนรูปของพลังงาน (Energy and Energy Conversion) | MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery) MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ (Refrigeration and Air-Conditioning) | X | | X | | X | X | X | X |
| (3) กลุ่มความรู้ด้านระบบพลศาสตร์และการควบคุม (Dynamics Systems and Control) | | | | | | | | | |
| ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electricity and Electronics) | EECC0232 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Basic Electrical Engineering) MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) | | | | | | X | | |

ตารางเปรียบเทียบรายวิชาในหลักสูตร กับเนื้อหาความรู้และองค์ความรู้ ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| เนื้อหาความรู้ | รายวิชาในหลักสูตร | องค์ความรู้ | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| ระบบพลศาสตร์ (Dynamic System) | MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล (Mechanics of Machinery) MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration) MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม (Mechatronics and Control systems) | X | X | X | | | | | | |
| การควบคุมระบบ (System Control) | MECH0390 ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering Laboratory) MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม (Mechatronics and Control systems) | X | | | | | | | X | |

ความหมายขององค์ความรู้

(1) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ประยุกต์ คอมพิวเตอร์ และการจำลอง (Applied Mathematics, Computer and Simulations) หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่นำเสนอระบบต่างๆ ในรูปแบบของสมการคณิตศาสตร์ การจำลองระบบ การออกแบบและวิเคราะห์ระบบจำลอง ระบบป้อนกลับ และการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

(2) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในด้านกลศาสตร์ (Mechanics) หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่อยู่บนพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ แรงหรือภาระอื่นๆ ที่กระทำกับระบบเชิงกล รวมทั้งการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ จนกระทั่งถึงการวิเคราะห์ความเค้นและการเปลี่ยนรูปของวัตถุภายใต้ภาระแบบต่างๆ ที่มากระทำ

(3) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับอุณหศาสตร์และกลศาสตร์ของไหล (Thermal Sciences and Fluid Mechanics) หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่อยู่บนความรู้พื้นฐานของลักษณะเฉพาะ (characteristics) และกระบวนการของของไหล หลักการพลศาสตร์ ของของไหล การเคลื่อนที่ของความร้อน ระบบทางความร้อนและการประยุกต์ใช้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

(4) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทางเคมีและวัสดุ (Chemistry and Materials) หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของสมบัติ และสถานะของสสาร การเปลี่ยนแปลง การแปรรูป และการเกิดปฏิกิริยาของสสาร การประยุกต์ใช้งานสสารในด้านต่างๆ รวมทั้งกระบวนการทางวิศวกรรมของวัสดุ

(5) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทางพลังงาน (Energy) หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานประเภทต่างๆ ที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน กระบวนการผลิต การขนส่ง เป็นต้น รวมถึงกลไกหรือหลักการการเปลี่ยนรูปของพลังงาน และรวมทั้งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทางเลือกและพลังงานทดแทนสำหรับในอนาคต

(6) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Electricity and Electronics) หมายถึง เนื้อหาความรู้ซึ่งเกี่ยวกับทฤษฎีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น วงจรและระบบไฟฟ้า อุปกรณ์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สัญญาณ เป็นต้น รวมไปถึงการประยุกต์ใช้งานด้วยเทคโนโลยีทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

(7) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการระบบ (System Management) หมายถึง เนื้อหาความรู้ทางการจัดการและการควบคุมในระบบอุตสาหกรรม มาตรฐานและความปลอดภัยทางวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์ โลจิสติกส์ รวมไปถึงการนำเสนอเทศมาใช้ในการบริหารจัดการ

(8) องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทางชีววิทยา สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม (Biology Health and Environment) หมายถึง เนื้อหาความรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎี และการนำมาประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องทางด้านชีววิทยา สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก ฉ

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะ
ให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ | วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ | องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ | | |
|---|--|------------------------------|----------------------------------|---------|------|
| | | | คณิตศาสตร์ | ฟิสิกส์ | เคมี |
| CHEM0120 เคมี (Chemistry) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X |
| CHEM0190 ปฏิบัติการเคมี (Chemistry Laboratory) | 1(0-2-1) | ✓ | | | X |
| ENCC1001 คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ (Physical Mathematics) | 3(6-0-6) | ✓ | X | X | |
| ENCC1002 แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า (Calculus for Mechanics and Electromagnetism) | 3(6-0-6) | ✓ | X | X | |
| MATH2101 คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม (Essential Engineering Mathematics) | 3(6-0-6) | ✓ | X | | |
| MECH0301 ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล (Numerical Methods for Mechanical Engineering) | 3(2-2-6) | | X | | |
| PHYS0101 ฟิสิกส์ (Physics) | 3(2-2-5) | ✓ | | X | |

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะบังคับ | องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 1 พื้นฐานการออกแบบ | | |
|---|------------------------|-----------------|---|----------------------|--------------------------------|
| | | | Mechanical Drawing | Statics and Dynamics | Mechanical Engineering Process |
| MECH0105 พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม (Fundamental Engineering Drafting) | 3(2-2-5) | ✓ | X | | |
| MECH0110 กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics) | 3(2-2-5) | ✓ | | X | |
| MECH0111 พลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Dynamics) | 3(3-0-6) | ✓ | | X | |
| MECH0301 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X |
| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะบังคับ | องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 2 ความรู้ทางดิจิทัล | | |
| | | | Digital Technology in Mechanical Engineering | | |
| MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) | 3(3-0-6) | | ✓ | X | |
| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะบังคับ | องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 3 พื้นฐานความร้อนและของไหล | | |
| | | | Thermodynamics | Fluid Mechanics | |
| MECH0210 กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics) | 3(3-0-6) | ✓ | | X | |
| MECH0220 อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) | 3(3-0-6) | ✓ | X | | |

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะ บังคับ | องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 4 วัสดุวิศวกรรมและกลศาสตร์วัสดุ | |
|---|----------------------------|---------------------|---|------------------------|
| | | | Engineering Materials | Mechanics of Materials |
| MATSO310 วัสดุวิศวกรรม (Engineering Materials) | 3(3-0-6) | ✓ | X | |
| MECH0230 กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials) | 3(3-0-6) | ✓ | | X |
| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะ บังคับ | องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 5 อาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม | |
| | | | Health, Safety and Environment | |
| MECH0201 เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment) | 3(3-0-6) | ✓ | X | |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) | 3(3-0-6) | ✓ | X | |
| MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ (Refrigeration and Air Conditioning) | 3(3-0-6) | ✓ | X | |

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะ บังคับ | องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกล | | | |
|--|----------------------------|---------------------|--|---------------------------------------|--------------|---------------------------|
| | | | Machinery Systems | Machine Design | Prime Movers | |
| EECC0232 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Fundamental Electrical Engineering) | 3(2-2-5) | ✓ | | | X | |
| MECH0240 กลศาสตร์เครื่องจักรกล (Mechanics of Machinery) | 3(3-0-6) | ✓ | X | | | |
| MECH0340 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design) | 3(3-0-6) | ✓ | | X | | |
| MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X | |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X | |
| MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design) | 3(2-2-5) | ✓ | | X | | |
| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะ บังคับ | องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ | | | |
| | | | Heat Transfer | Air Conditioning and Refrigeration | Power Plant | Thermal Systems Design |
| MECH0362 การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer) | 3(3-0-6) | ✓ | X | | | |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X | |
| MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X | |

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะ บังคับ | องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 2 ความร้อน ความเย็น และของไหลประยุกต์ (ต่อ) | | | | |
|--|----------|----------------------------|---------------------|--|---------------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------|
| | | | | Heat Transfer | Air Conditioning and Refrigeration | Power Plant | Thermal Systems Design | |
| MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | 3(2-2-5) | | ✓ | X | | | | |
| MECH0456 การออกแบบระบบท่อ (Design of Piping Systems) | 3(3-0-6) | | ✓ | | | X | X | |
| MECH0463 การทำความเย็นและการปรับอากาศ (Refrigeration and Air Conditioning) | 3(3-0-6) | | ✓ | | X | | | |
| MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน (Thermal System Design) | 3(3-0-6) | | ✓ | | | | X | |
| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะ บังคับ | องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 3 ระบบพลวัตและการควบคุมอัตโนมัติ | | | | |
| | | | | Dynamic Systems | Automatic Controls | IoT and Use of AI | Robotics | Vibration |
| MECH0360 การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration) | 3(3-0-6) | | ✓ | X | | | | X |
| MECH0401 ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent) | 3(3-0-6) | | ✓ | | | X | X | |
| MECH0410 แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม (Mechatronics and Control systems) | 3(3-0-6) | | ✓ | X | X | | | |
| MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | 3(2-2-5) | | ✓ | X | | | | |

ตารางการกระจายหน่วยกิตของรายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ ตามองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรจะให้การรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อ)

| รายวิชาในหมวดวิชาเฉพาะ | วิชาพื้นฐาน ทางวิศวกรรม | วิชาเฉพาะบังคับ | องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม กลุ่มที่ 4 ระบบทางกลอื่นๆ | | | |
|---|----------------------------|-----------------|---|--|---------------------------|-------------------------------|
| | | | Energy | Engineering Management and Economics | Fire Protection System | Computer-Aided Engineering |
| MECH0202 การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร (Entrepreneurship for Engineers) | 3(3-0-6) | ✓ | | X | | |
| MECH0363 วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering) | 3(3-0-6) | ✓ | X | | | |
| MECH0443 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design) | 3(2-2-5) | ✓ | | | | X |
| MECH0444 คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรมเครื่องกล (Computer-Aided Mechanical Engineering) | 3(2-2-5) | ✓ | | | | X |
| MECH0352 เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery) | 3(3-0-6) | ✓ | X | | | |
| MECH0456 การออกแบบระบบท่อ (Design of Piping Systems) | 3(3-0-6) | ✓ | | | X | |
| MECH0465 การออกแบบระบบทางความร้อน (Thermal System Design) | 3(3-0-6) | ✓ | X | | | |

ภาคผนวก 3 แผนการสอน (มคอ.3) วิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา <u>เคมี</u> คณะ <u>วิทยาศาสตร์</u> |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา CHEM0120 ชื่อวิชา เคมี (Chemistry)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา เคมี
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)

4.1 ดร.สันติ ตั้งประภา (Section A/LEC) (สอนครั้งที่ 1-15, 100%)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ ภาคการศึกษา 2/2564 ชั้นปีที่เรียน 1
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษา และชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงการ
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลกบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียน การสอนที่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

บูรณาการกับการวิจัย

บูรณาการกับการบริการวิชาการ

บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีพื้นฐาน ซึ่งครอบคลุมเกี่ยวกับสมบัติของอิเล็กตรอนของอะตอม และโมเลกุล การคำนวณมวลสารสัมพันธ์ สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จลน์ศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรด-เบส อุณหเคมี ไฟฟ้าเคมี นิวเคลียร์เคมีและเคมีอินทรีย์

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จาก หลักสูตร สู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการ เรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

1. บอกจำนวนอนุภาคมูลฐานในอะตอมและไอออน
2. เขียนการจัดเรียงอิเล็กตรอนของอะตอมและไอออนได้
3. รู้จักชนิดและลักษณะของพันธะต่างๆ ในโมเลกุลและทำนายรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์
4. คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างมวล จำนวนโมเลกุลและโมลของสารในสมการเคมี
5. ทราบสมบัติของของแข็ง ของเหลว แก๊ส และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล
6. เข้าใจการหาอัตราเร็วของปฏิกิริยาเคมี และผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นต่อปฏิกิริยา
7. หาค่าคงที่สมดุลแบบต่างๆ และทำนายทิศทางของสมดุลใหม่จากการรบกวนสมดุลแบบต่างๆ
8. คำนวณค่าพีเอชของสารละลายกรด-เบส เกลือ และบัฟเฟอร์
9. ประยุกต์ใช้เทอร์โมเคมี และเทอร์โมไดนามิกมาใช้คำนวณปริมาณความร้อนในสมการเคมี
10. นำความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยารีดอกซ์ เพื่อนำมาคำนวณค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
11. รู้จักชนิดของปฏิกิริยานิวเคลียร์ และคำนวณหาพลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ได้

12. รู้จักชนิดของสารประกอบอินทรีย์ในชีวิตประจำวัน

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา CHEM0120 ชื่อวิชา เคมีภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|---|---------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | อะตอม โมเลกุล และไอออน โครงสร้างอะตอม เลขอะตอม มวลอะตอม ไอโซโทป โมเลกุล ไอออน มวลโมเลกุล สัดส่วนของสารประกอบ สูตรอย่างง่าย สูตรโมเลกุล | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | ดร.สันติ ตั้ง ประกษา |
| 2 | ทฤษฎีควอนตัมและโครงสร้างอิเล็กตรอนิกส์ของอะตอมและความสัมพันธ์ระหว่างธาตุต่างๆ ในตารางธาตุ เลขควอนตัมการจัดเรียงอิเล็กตรอน ตารางธาตุ แนวโน้มของสมบัติทางกายภาพ ตามตารางธาตุ พลังงานไอออนไนเซชัน สัมพรรคภาพ อิเล็กตรอน ธาตุทรูเฟนเททท์ | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 3 | พันธะเคมีและโครงสร้างโมเลกุล สัญลักษณ์แบบจุดของลิวอิส พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ อิเล็กโตรเนกาติวิตี การเขียนโครงสร้างแบบลิวอิส ข้อยกเว้นของกฎออกเตต ความแข็งแรงของพันธะโคเวเลนต์ | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 4 | ปฏิกิริยาเคมี สมการเคมี สมบัติของสารละลายในน้ำ ปฏิกิริยาการตกตะกอน ปฏิกิริยากรด - เบส ปฏิกิริยาออกซิเดชัน - รีดักชัน การดุลสมการออกซิเดชัน - รีดักชัน | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 5 | ความสัมพันธ์เชิงมวล ปริมาณของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ รีเอเจนต์จำกัดปฏิกิริยา ผลได้ของปฏิกิริยา ความเข้มข้นของสารละลาย และการเจือจางสารละลาย การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก การไทเทรตกรด-เบส การไทเทรตรีดอกซ์ | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 6 | แรงระหว่างโมเลกุลในของเหลวและของแข็ง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล สมบัติของของเหลว โครงสร้างผลึก ชนิดของผลึกของแข็งอสัณฐาน การเปลี่ยนแปลงสถานะ อโลหะและโลหะทรานซิชัน | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 7 | สถานะแก๊ส กฎของก๊าซ สมการของก๊าซอุดมคติ การคำนวณเกี่ยวกับก๊าซ กฎความดันย่อยของดาลตัน ทฤษฎีพลังงานจลนของก๊าซ กฎการแพร่และการแพร่ผ่านของแกรแฮมส์ การเบี่ยงเบนของก๊าซจริง | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|---------------|---------------------------|---------------------|
| 8 | จลนศาสตร์เคมี อัตราเร็วปฏิกิริยาเคมี กฎอัตราเร็ว ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลา ผลของพลังงานกระตุ้น อุณหภูมิกับค่าคงที่อัตราเร็วกลไกการเกิดปฏิกิริยา | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | ดร.สันติ ตั้งประกษา |
| 9 | สมดุลเคมี ค่าคงที่สมดุลเคมี ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่อัตราเร็วกับค่าคงที่สมดุลเคมี การคำนวณหาค่าคงที่สมดุล การทำนายทิศทางการเกิด ปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่อค่าคงที่สมดุลเคมี | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 10 | สมดุลกรด-เบส ชนิดของกรด-เบส การหาค่า pH ของกรดแก่-เบสแก่ การหาค่า pH ของกรดอ่อน-เบสอ่อน การหาค่า pH ของเกลือ การหาค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 11 | เทอร์โมเคมี ชนิดของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงพลังงานในปฏิกิริยาเคมี เอนทัลปี แคลอรีเมทรี ความร้อนมาตรฐานของการเกิดปฏิกิริยา ความร้อนของการละลาย | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 12 | เทอร์โมไดนามิกส์ เทอร์โมไดนามิกส์เบื้องต้น งานและ พลังงาน กฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ เอนโทรปี กฎข้อที่ 2 ของเทอร์โมไดนามิกส์ พลังงานเสรีของกิบส์ พลังงานเสรีกับสมดุลเคมี กฎข้อที่ 3 ของเทอร์โมไดนามิกส์ | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 13 | เคมีไฟฟ้า ปฏิกิริยารีดอกซ์ เซลล์ไฟฟ้าเคมี ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐาน การทำนายทิศทางการเกิด ปฏิกิริยา สมการของเนินส์ เซลล์ความเข้มข้น แบตเตอรี่ อิเล็กโตรไลซิส | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 14 | นิวเคลียร์เคมี ธรรมชาติของสารกัมมันตรังสี ความเสถียร ของนิวเคลียส สารกัมมันตรังสีในธรรมชาติ สารกัมมันตรังสีสังเคราะห์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ผลของสารกัมมันตรังสีต่อสิ่งมีชีวิต | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 15 | เคมีอินทรีย์และพอลิเมอร์ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สารประกอบ แอโรมาติก ชนิดของสารประกอบอินทรีย์ สมบัติของพอลิเมอร์การสังเคราะห์พอลิเมอร์ | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |

- หมายเหตุ** 1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
 2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
 3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|---|---|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 2.1 | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 16 | 25% 30% |
| 2 | 2.1 | ผลการทดสอบย่อย/การทำ แบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับ มอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | 1-15 | 45% |
| 3 | | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอด ภาค การศึกษา | |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. Chemistry, Raymond Chang, 9th edition, Mc. Graw Hill, 2007

2. เคมี เล่ม 1 และ เคมี เล่ม 2 สำนักพิมพ์แมกกรอ-ฮิล 2545

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- ไม่มี

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- ไม่มี



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....เคมี..... คณะ .....วิทยาศาสตร์..... |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา CHEM0190 ชื่อวิชา ปฏิบัติการเคมี (Chemistry Lab)
- จำนวนหน่วยกิต 1 หน่วยกิต (0 - 3 - 1)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร _____ สาขาวิชา _____
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ดร.ประภาส ขอพิง (Section A, /LAB) (สอนครั้งที่ 1-15, 100.00%)
 - 4.2 อาจารย์อัญชลี ทองสิมา (Section A, /LAB) (สอนครั้งที่ 1-10, 67.00%)
 - 4.3 ดร.ประวิทย์ สิงห์โตทอง (Section A, /LAB) (สอนครั้งที่ 11-15, 33.00%)
 - 4.4 ดร.สันติ ตั้งประภา (Section A, /LAB) (สอนครั้งที่ 1-15, 100.00%)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร - ภาคการศึกษา - ชั้นปีที่เรียน -
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษา และ ชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงงาน การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกรูปภาพ/เสียง วีซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

- ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
- การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
- โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____

12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

เปเปอร์โครมาโทกราฟี ปฏิกริยาแทนที่ อินดิเคเตอร์กรด-เบส ไทเทรชัน ความร้อนของปฏิกริยา อัตราเร็วของปฏิกริยา สมดุลเคมี เคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก การทำคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ○ | | | | ● | | | | | ○ | ○ | ○ | | | | | | ○ | ○ | | | | | ○ |

หมายเหตุ *ในกรณีที่ยาวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตร สู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- บอกหลักการโครมาโทกราฟีได้
- เขียนสมการการเกิดปฏิกริยาแทนที่ได้
- หาค่าพีเอชของสารละลายโดยใช้อินดิเคเตอร์ได้
- หาปริมาณหาสารโดยใช้เทคนิคไทเทรชัน
- บอกวิธีหาความร้อนของการละลายได้
- เข้าใจวิธีการหาอัตราเร็วของปฏิกริยาเคมี
- ทำนายทิศทางของสมดุลใหม่จากการรบกวนสมดุลแบบต่างๆ
- เข้าใจการนำไฟฟ้าของสารละลายและการหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
- หาแอนไอออนตัวอย่างแบบเคมีไมโครได้

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา CHEM0190 ชื่อวิชา Chemistry lab

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน (กรณี 1 Section มีผู้สอนหลายคน)

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|---|--------------|--------------------------|---|
| 1 | แนะนำระเบียบ ข้อปฏิบัติ การใช้เครื่องมือ เครื่องแก้ว และความปลอดภัย ในการเข้าทำปฏิบัติการเคมี | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 2 | การใช้เครื่องมือ และความแม่นยำของเครื่องแก้ววัดปริมาตร | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 3 | การทดลองที่ 1 เปเปอร์โครมาโตกราฟี - ศึกษาวิธีการแยกสารโดยวิธีโครมาโตกราฟี | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 4 | การทดลองที่ 2 อินดิเคเตอร์สำหรับบอกค่าพีเอช - ศึกษาสมบัติของอินดิเคเตอร์ - ศึกษาการหาค่าความเป็นกรดของสารละลายโดยการใช้อินดิเคเตอร์ | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 5 | การทดลองที่ 3 ปฏิกิริยาแทนที่ - ศึกษาชนิดของปฏิกิริยาแทนที่ไฮโดรเจน, การแทนที่โลหะ และการแทนที่แบบสลับเปลี่ยนเชิงคู่ | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 6 | การทดลองที่ 4 การไทเทรต - ศึกษาวิธีการไทเทรตในแบบต่างๆ พร้อมทั้งทำการไทเทรตสารละลายเหล็กตัวอย่าง | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 7 | สอบปฏิบัติการครั้งที่ 1 | | | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 8 | การทดลองที่ 5 เคมีไฟฟ้า - ศึกษาสารละลายอิเล็กโทรไลต์แบบต่างๆ | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 9 | การทดลองที่ 6 แกลวานิกเซลล์และการชุบ - ศึกษาการสร้างแกลวานิกเซลล์แบบต่าง - ศึกษาพื้นฐานของการชุบโลหะ | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 10 | การทดลองที่ 7 อัตราเร็วของปฏิกิริยา - ศึกษาอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแอซิโตนกับไอโอดีนในกรด | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา อ.อัญชลี ทองสิมา |
| 11 | การทดลองที่ 8 สมดุลเคมี - ศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดสมดุล โดยมีกระบวนสมดุลในภาวะต่างๆ | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา ดร.ประวิทย์ สิงห์โต ทอง |
| 12 | การทดลองที่ 9 การวัดความร้อนที่ความดันคงที่ - ศึกษาความร้อนของการทำให้เป็นกลางระหว่างกรด-เบส - ศึกษาความร้อนของการละลาย | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา ดร.ประวิทย์ สิงห์โต ทอง |
| 13 | การทดลองที่ 10 การทำคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร - ศึกษาวิธีการวิเคราะห์หาแอนไอออนในสารละลายตัวอย่าง | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา ดร.ประวิทย์ สิงห์โต ทอง |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|---|--------------|-----------------------------|---|
| 14 | การทำคุณภาพวิเคราะห์แบบเคมีไมโคร - ศึกษาการวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยวิธีเคมีไมโคร | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา ดร.ประวิทย์ สิงห์โต ทอง |
| 15 | วิเคราะห์ไอออน + สอบข้อเขียน | 3 | สอบย่อยก่อนทดลอง /รายงาน | ดร.ประภาส ขอพึง ดร.สันติ ตั้งประภา ดร.ประวิทย์ สิงห์โต ทอง |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|---|---|--|--------------------------|
| 1 | 2.1 | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 15 | 30 |
| 2 | 2.1 | ผลการทดสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด/การ ทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | ทดสอบย่อย ก่อนการ ทดลอง/ รายงาน สัปดาห์ที่ 3-14 | 10 |
| 3 | | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | 60 |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- คู่มือปฏิบัติการเคมี CHEM0190 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

-

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา สถาบันนวัตกรรมมหานคร... คณะ <u>วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี</u> |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา EECC0232 ชื่อวิชา พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า (Basic Electrical Engineering)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (2 - 2 - 5)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า, วิศวกรรมเครื่องกล, วิศวกรรมเคมี, วิศวกรรมอุตสาหการ
 - หลายหลักสูตร _____
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ กิจกรรมเสริม
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - รศ.ดร.สมภพ ภูริวิทย์พงศ์ _____ (บรรยาย) (สอนครั้งที่ 1-15, 100% ต่อ Section)
 - ผศ.พัลลภ พันธุ์ปรีชารัตน์ _____ (ปฏิบัติการ) (สอนครั้งที่ 1-12, 100% ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงการ
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น ตอบคำถามในชั้นเรียน และการสอบย่อย
 - อื่นๆ (ระบุ) แบบฝึกหัดเพิ่มเติม
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง วีซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) ตำราประจำวิชา
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง LT SPICE
 - อื่นๆ (ระบุ) Google for Education (Google class room)
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

บูรณาการกับการวิจัย

บูรณาการกับการบริการวิชาการ

บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

วงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น: พื้นฐานและกฎทางไฟฟ้า ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์สะสมพลังงาน การวิเคราะห์เฟสเซอร์ วงจรไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสและสามเฟส ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ออปแอมป์ เครื่องจักรกลไฟฟ้าและระบบไฟฟ้ากำลัง: กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ สายไฟฟ้าและระบบการเดินสายไฟฟ้า อุปกรณ์และระบบป้องกันทางไฟฟ้า มาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าเบื้องต้น หม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องจักรกลไฟฟ้าเบื้องต้น ระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ระบบควบคุมทางไฟฟ้ากำลัง ยานยนต์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ พลังงานหมุนเวียน แนะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น IoT, AI และอื่นๆ สำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญหา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| | ● | ○ | ○ | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | | ○ | | | ○ | ○ | | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตร สู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการ เรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
- (2) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในระบบไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
- (3) นักศึกษามีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับแบบหนึ่งเฟสและสามเฟส
- (4) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานในการวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์
- (5) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสายไฟฟ้าและการเดินสายไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน
- (6) นักศึกษามีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าและระบบป้องกันทางไฟฟ้า
- (7) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานและสามารถวิเคราะห์หม้อแปลงไฟฟ้าด้วยทฤษฎีวงจรไฟฟ้า
- (8) นักศึกษาได้รู้จักและเข้าใจระบบการทำงานของเครื่องจักรกลไฟฟ้าแบบต่างๆ
- (9) นักศึกษาได้รู้จักและเข้าใจระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและระบบควบคุมทางไฟฟ้ากำลัง
- (10) นักศึกษาได้รับรู้ถึงเทคโนโลยีใหม่ด้านพลังงานไฟฟ้าและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา EECC0232 ชื่อวิชา พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า
 ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/ อื่นๆ | ผู้สอน |
|--------------------------------------|--|---------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Basic electrical laws and concepts | 3 | homework exercises | Section A สมภาพ ภูริวิกรัยพงศ์ |
| 2 | Electrical circuit theory and analysis | 3 | homework exercises | |
| 3 | Alternating current & energy storage elements | 3 | homework exercises | |
| 4 | Phasor analysis single-phase and three-phase AC circuits | 3 | homework exercises | |
| 5 | Diodes, Transistors | 3 | homework exercises | |
| 6 | Operational amplifiers | 3 | homework exercises | |
| 7 | AC power & cables and wiring systems | 3 | homework exercises | |
| จัดสอบกลางภาคโดยอาจารย์ผู้สอน | | | | |
| 8 | Electrical protection elements and systems | 3 | homework exercises | |
| 9 | Basic electrical safety standards | 3 | homework exercises | |
| 10 | Transformers, Basic electrical machines | 3 | homework exercises | |
| 11 | Electric power transmission and distribution systems | 3 | homework exercises | |
| 12 | Power plant, capabilities of Thailand's power system, smart grid | 3 | homework exercises | |
| 13 | Electric vehicles & renewable energy | 3 | homework exercises | |
| 14 | Introduce modern technologies such as IoT, AI etc. for various applications(1) | 3 | homework exercises | |
| 15 | Introduce modern technologies such as IoT, AI etc. for various applications(2) | 3 | homework exercises | |
| สอบประจำภาค | | | | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|---------------|--|--|
| 1 | การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือพื้นฐานของห้องปฏิบัติการ | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | Section A อาจารย์พัลลภ พันธุ์ปรีชาวัฒน์ อาจารย์อัมภา สาระศิริ อาจารย์อธิปทย์ จันทร์ดี |
| 2 | การทดลองที่ 2 วงจรอนุกรม, วงจรขนาน, การใช้ดีจิตอลมัลติมิเตอร์ | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 3 | การทดลองที่ 3 สัญญาณไฟฟ้า, การใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์, การใช้งานออสซิลโลสโคป | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 4 | การทดลองที่ 4 การแบ่งแรงดันและการแบ่งกระแส | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 5 | การทดลองที่ 5 ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ คุณสมบัติทางไฟฟ้าพื้นฐานของไดโอดและการใช้งาน | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 6 | การทดลองที่ 6 วงจรขยายโดยออปแอมป์ | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 7 | การทดลองที่ 7 การประยุกต์ใช้งานไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับกระแส | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 8 | การทดลองที่ 8 การใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า LTSPICE, OrCAD | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 9 | การทดลองที่ 9 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับและหม้อแปลงไฟฟ้า | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 10 | การทดลองที่ 10 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 11 | การทดลองที่ 11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |
| 12 | การทดลองที่ 12 มอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส | 3 | ทำการทดลองตามใบงานที่มีเนื้อตามเรื่องที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ ส่งท้ายชั่วโมง | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|-----|---|---|-------------------|----------------------|
| 1 | 2(2) 2(4) 3(3) | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 17 | 30 40 |
| 2 | 1(2) | กิจกรรมเสริมในชั้นเรียน | ตลอดภาคการศึกษา | 5 |

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|--|-------------------|--------------------------|
| | 2(1) 2(2) 2(3) 2(4) 2(5) 3(1) 3(2) 3(3) 3(5) 4(3) 4(4) 5(1) 5(4) 5(5) | -รายงาน -สอบย่อย -การตอบคำถาม | | |
| 3 | 1(1) 1(2) 2(3) 2(4) 3(3) 3(5) 4(1) 4(4) | กิจกรรมในชั้นเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้น เรียน - การตอบคำถาม | ตลอดภาคการศึกษา | 5 |
| 4 | 1(2) 1(3) 2(1) 2(2) 2(4) 2(5) 3(3) 3(5) 4(4) 5(4) 5(5) | ปฏิบัติการ | ตลอดภาคการศึกษา | 20 |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1.1 พื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า เล่ม1 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ , ประสูตร เดชสุวรรณ ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร _____

1.2 Fundamentals of electric circuits , Charles K. Alexander,Matthew N.O. Sadiku., 5th Edition,McGRAW-Hill _____

1.3 Electrical Engineer Principles and Application,2nd Edition, Allan R.Hambley, Prentice Hall,2000 _____

1.4 Microelectronic Circuits,International Edition ,Sedra,Smith ,Saunders College Publishing _____

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

หนังสือพื้นฐานวิศวกรรมไฟฟ้า 1 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1) (ประสูตร เดชสุวรรณ) _____



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา คณิตศาสตร์..... คณะ .....วิทยาศาสตร์..... |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา ENCC1001 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ (Physical Mathematics)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (6 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า, วิศวกรรมโยธา, วิศวกรรมเครื่องกล, วิศวกรรมโลหการ, วิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ดร.ธนาภรณ์ สุนทรกระจ่าง (Section A) (สอนบรรยายหลัก ครั้งที่ 1 – 30 , 100% ต่อ Section)
 - 4.2 อ.กานต์จุฑา สัมปันณา (Section B) (สอนบรรยายหลัก ครั้งที่ 1 – 30 , 100% ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน 1
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา — ชื่อวิชา —
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา — ชื่อวิชา —
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงการงาน | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input checked="" type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) งานมอบหมายที่มีโจทย์ต่างกัน | | |
- สื่อการสอน

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> โปรเจ็กเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต | <input type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input checked="" type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) Visualizer | |
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) | |
| <input checked="" type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง MAPLE, Geogebra | <input type="checkbox"/> อื่นๆ |
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) |
|---|--|

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) —

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

วิชานี้เป็นการบูรณาการคณิตศาสตร์และฟิสิกส์โดยการแนะนำแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ในบริบทของความเป็นจริงทางกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจว่าคณิตศาสตร์คือภาษาของฟิสิกส์

คณิตศาสตร์ ทบพวงตรีโกณมิติ; ฟังก์ชันและกราฟ; ลิมิต; อนุพันธ์และการนำไปใช้; ปริพันธ์และการนำไปใช้; พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว งาน เช่นทรอยด์ โมเมนต์ความเฉื่อย; ทฤษฎีบทมูลฐานของแคลคูลัส; เทคนิคการหาปริพันธ์; พีชคณิตของเวกเตอร์ สามมิติ

ฟิสิกส์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน; การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง; การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์; โมเมนตัม; แรงและงาน; ทฤษฎีบทงาน-พลังงาน; กฎทรงพลังงาน; โมเมนต์ของแรง; การแพร่กระจายและปรากฏการณ์ของคลื่น; การสะท้อน หักเหตและการกระจายของแสง; กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน; กฎของคูลอมบ์; สนามไฟฟ้าและแม่เหล็ก; แรงลอเรนซ์; โมเมนตัมเชิงมุม

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

- สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า , สาขาวิศวกรรมโยธา , สาขาวิศวกรรมเครื่องกล , สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์

สาขาวิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ● | | | ○ | ● | | | | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | | ○ | ○ | ○ | | ● | ○ |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- ใช้อนุพันธ์หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
- ใช้ปริพันธ์เพื่อหาปริมาณต่างๆ อาทิ พื้นที่ ปริมาตร พื้นที่ผิว งาน เช่นทรอยด์ จุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ความเฉื่อย
- อธิบายทฤษฎีบทมูลฐานของแคลคูลัส
- อธิบายปรากฏการณ์ของคลื่นและแสง
- ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและโปรเจกไทล์
- หาความเร็วและความเร่งของการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง
- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนตัมเชิงมุมและโมเมนต์ของแรง
- แสดงแรงดึงดูดระหว่างมวลและแรงระหว่างประจุไฟฟ้าในรูปเวกเตอร์

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา ENCC1001 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์เชิงฟิลิกส์
 ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2565

1. แผนการสอน

| สัปดาห์ที่ | ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|-------------------|----------|--|---------------|--|----------------------------------|
| 1 | 1 | Trigonometry, Huygen's principle of wave propagation, Derivation of Snell's law | 3 | คะแนนกิจกรรม เต็ม 45 คะแนน แบ่งเป็น 1.1 Quiz ในคาบเรียน 15% 1.2 การทำแบบฝึกหัด 20% 1.3 ทดสอบย่อย 2 ครั้ง 10% | A. ดร.ชนากาญ B. อ.กานต์รัฐิตา |
| | 2 | Exponentiation | 3 | | |
| 2 | 3 | Straight line equations, Circle equations | 3 | | |
| | 4 | Functions and graphs | 3 | | |
| 3 | 5 | Transformation of functions: Reflecting and shifting Transformation of functions: Scaling | 3 | | |
| | 6 | Combination and composition of functions | 3 | | |
| 4 | 7 | Inverse functions, Trigonometric functions | 3 | | |
| | 8 | Equation for traveling waves Exponential and logarithmic functions | 3 | | |
| 5 | 9 | Limit, Newton's laws of motion, Linear motion with derivatives | 3 | | |
| | 10 | Differentiation rules, Minimum/Maximum | 3 | | |
| 6 | 11 | Optimization | 3 | | |
| | 12 | Momentum, Kinematic of linear motion | 3 | | |
| 7 | 13 | Implicit differentiation, Antiderivatives | 3 | | |
| | 14 | Riemann sum, Sum of the first n whole numbers Squares and cubes | 3 | | |
| สอบกลางภาค | | | | | |
| 8 | 15 | Accumulation of changes as area under the curve Definite integral as a limit of Riemann sum | 3 | | |
| | 16 | Properties of definite integral Fundamental theorem of calculus | 3 | | |
| 9 | 17 | Indefinite integrals, Finding definite integrals | 3 | | |
| | 18 | Substitution rule | 3 | | |
| 10 | 19 | Area between curves, Arc length of a curve | 3 | | |
| | 20 | Volume of solid of revolution Average value of a function | 3 | | |

| สัปดาห์ที่ | ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) | | |
|--------------------|----------|---|---------------|--|--------------------------------|--|--|
| 11 | 21 | Force and work | 3 | คะแนนกิจกรรม เต็ม 45 คะแนน แบ่งเป็น 1.1 Quiz ในคาบเรียน 15% 1.2 การทำแบบฝึกหัด 20% 1.3 ทดสอบย่อย 2 ครั้ง 10% | A. ดร.ธนากาญ B. อ.กานต์ฐิตา | | |
| | 22 | Work-energy principle, Conservation of energy | 3 | | | | |
| 12 | 23 | Mass integral, Centroid and center of mass | 3 | | | | |
| | 24 | Moment of inertia | 3 | | | | |
| 13 | 25 | Integration techniques: integration by parts | 3 | | | | |
| | 26 | Integration techniques: integration using partial fraction | 3 | | | | |
| 14 | 27 | Vector algebra, Equilibrium of particle Law of gravitation, Coulomb's law in vector form | 3 | | | | |
| | 28 | Work as dot product Moment of force as cross product | 3 | | | | |
| 15 | 29 | Lorentz force, Angular momentum | 3 | | | | |
| | 30 | Complex numbers | 3 | | | | |
| สอบประจำภาค | | | | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | 1. [1- 2] มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม 2. [2- 1] มีความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี 3. [3- 1] มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี 4. [5- 4] มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมาย โดยใช้สัญลักษณ์ | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค คะแนนเก็บ - การทดสอบย่อย - การทำแบบฝึกหัด - Quiz ท้ายคาบ เรียน บรรยายหลัก | 8 17 7 และ 12 ตลอดภาคการศึกษา ตลอดภาคการศึกษา | 25% 30% 10% 20% 15% |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ความรู้วัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

THOMAS' CALCULUS , Twelfth Edition ; George B. Thomas, Jr, Maurice D. Weir, Joel Hass.

CALCULUS , Eighth Edition ; James Stewart.

College Algebra , Ninth Edition ; Barnett & Ziegler

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

ไม่มี

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

ไม่มี



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา คณิตศาสตร์..... คณะ .....วิทยาศาสตร์..... |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา ENCC1002 ชื่อวิชา **แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า (Calculus for Mechanics and Electromagnetism)**
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (6 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า , วิศวกรรมโยธา , วิศวกรรมเครื่องกล , วิศวกรรมโลจิสติกส์ , วิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ดร.ธนาภรณ์ สุนทรกระจำจ่าง (Section A) (สอนบรรยายหลัก ครั้งที่ 1 – 30 , 100% ต่อ Section)
 - 4.2 ดร.อรุวรรณ อรุณพลังสันติ (Section B) (สอนบรรยายหลัก ครั้งที่ 1 – 30 , 100% ต่อ Section)
 - 4.3 ดร.สุรียพร สังข์สุวรรณ (Section C) (สอนบรรยายหลัก ครั้งที่ 1 – 30 , 100% ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 2 ชั้นปีที่เรียน 1
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา ENCC1001 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์เชิงพีลิสต์
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา — ชื่อวิชา —
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) งานมอบหมายที่มีโจทย์ต่างกัน
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แดบบัณฑิตภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) Visualizer
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง MAPLE, Geogebra อื่นๆ

12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) —

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่__เดือน_____พ.ศ._____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

วิชานี้เป็นการบูรณาการความรู้ด้านแคลคูลัสหลายตัวแปรเข้ากับกลศาสตร์ และด้านแคลคูลัสเชิงเวกเตอร์เข้ากับแม่เหล็กไฟฟ้า ในการสอน หัวข้อทางด้านแคลคูลัสจะถูกนำมาตีความเชิงกายภาพเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ได้แจ่มชัดขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

คณิตศาสตร์ เส้นตรง ระนาบและผิวในปริภูมิสามมิติ; อนุพันธ์ย่อย; อนุพันธ์ระบุทิศทาง; เกรเดียนต์; ปริพันธ์ของฟังก์ชันหลายตัวแปรและการนำไปใช้; เส้นพาราเมตริก; ฟังก์ชันของเวกเตอร์; สนามเวกเตอร์; ปริพันธ์ตามเส้น; ปริพันธ์ตามผิวและปริพันธ์พลักซ์; เคิร์ลและไดเวอร์เจนซ์; ทฤษฎีบทของกรีน สโตก และไดเวอร์เจนซ์

กลศาสตร์ การหาเส้นทางของจุดศูนย์กลางมวล จุดศูนย์กลางด้วยปริพันธ์หลายชั้น; โมเมนต์ที่สองของพื้นที่; การหาโมเมนต์ความเฉื่อยด้วยปริพันธ์หลายชั้น

แม่เหล็กไฟฟ้า การเคลื่อนที่ในระนาบและปริภูมิ; การเคลื่อนที่แบบวงกลมและแรงสู่ศูนย์กลาง; สนามเวกเตอร์ของไฟฟ้าและแม่เหล็ก; ความต่างศักย์ไฟฟ้า; อีเอ็มเอฟ; กฎของแอมแปร์; ฟลักซ์ไฟฟ้าและแม่เหล็ก; กฎเหนี่ยวนำของฟาราเดย์; กฎของเกาส์สำหรับไฟฟ้าและแม่เหล็ก; สมการแมกซ์เวลล์; ฟลักซ์ของการเคลื่อนที่ของไหล

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

- สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า , สาขาวิศวกรรมโยธา , สาขาวิศวกรรมเครื่องกล , สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์

สาขาวิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ● | | | ○ | ● | | | ○ | | ● | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | ○ | | ● | ○ |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) แสดงสมการของเส้นตรง ระนาบและผิว
- (2) หาอนุพันธ์ย่อย อนุพันธ์ระดับทิศทาง และเกรเดียนต์
- (3) ใช้ปริพันธ์หลายชั้นในการหาเส้นทรอยด์ จุดศูนย์กลางมวลและจุดศูนย์กลางถ่วง โมเมนต์ที่สองของพื้นที่ และโมเมนต์ความเฉื่อย
- (4) หาเวกเตอร์ความเร็วและความเร่งของการเคลื่อนที่ในระนาบและปริภูมิ
- (5) อธิบายสนามเวกเตอร์อนุรักษ์
- (6) ใช้ปริพันธ์ตามเส้นในการหาปริมาณที่ต้องทำในการเคลื่อนย้ายอนุภาคในสนามแรง
- (7) ใช้ปริพันธ์ตามเส้นในการหาปริมาณที่ต้องทำในการเคลื่อนย้ายประจุในสนามไฟฟ้า
- (8) ใช้ปริพันธ์ตามเส้นในการหาความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด
- (9) หาความต่างศักย์ในสนามไฟฟ้าสถิตย์จากฟังก์ชันศักย์ไฟฟ้า
- (10) หาฟลักซ์ในกรณีพิเศษที่ไม่ต้องใช้ปริพันธ์และกรณีทั่วไปที่ต้องใช้ปริพันธ์
- (11) ใช้ปริพันธ์ตามผิวในการหาฟลักซ์ของของไหล ไฟฟ้าและแม่เหล็ก
- (12) อธิบายกฎของแอมแปร์และฟาราเดย์
- (13) ใช้กฎของเกาส์เพื่อหาสนามไฟฟ้า
- (14) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงระหว่างประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า อีเอ็มเอฟ และฟลักซ์ไฟฟ้า

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา ENCC1002 ชื่อวิชา แคลคูลัสสำหรับกลศาสตร์และแม่เหล็กไฟฟ้า

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ลำดับที่ | ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|-------------------|----------|---|---------------|--|--|
| 1 | 1 | Line, plane and surface in three dimensional space | 3 | คะแนนกิจกรรม เต็ม 45 คะแนน แบ่งเป็น 1.1 Quiz ในคาบเรียน 15% 1.2 การทำแบบฝึกหัด 20% 1.3 ทดสอบย่อย 2 ครั้ง 10% | A. ดร.ธนากาญ B. ดร.อรพรรณ C. ดร.สุรีย์พร |
| | 2 | Partial derivatives | 3 | | |
| 2 | 3 | Directional derivatives | 3 | | |
| | 4 | Gradient | 3 | | |
| 3 | 5 | Multiple integrals and applications | 3 | | |
| | 6 | Parametric curves | 3 | | |
| 4 | 7 | Vector functions | 3 | | |
| | 8 | Vector fields | 3 | | |
| 5 | 9 | Line integrals | 3 | | |
| | 10 | Surface and flux integrals | 3 | | |
| 6 | 11 | Curl and Divergence | 3 | | |
| | 12 | Green's theorem | 3 | | |
| 7 | 13 | Stoke's theorem | 3 | | |
| | 14 | Divergence theorem | 3 | | |
| สอบกลางภาค | | | | | |
| 8 | 15 | Finding centroid | 3 | | |
| | 16 | Center of mass and center of gravity using multiple integrals | 3 | | |
| 9 | 17 | Second moment of area | 3 | | |
| | 18 | Finding moment of inertia using triple integrals | 3 | | |
| 10 | 19 | Motion in plane and space | 3 | | |
| | 20 | Circular motion and centripetal force | 3 | | |
| 11 | 21 | Electric and magnetic vector fields | 3 | | |

| สัปดาห์ที่ | ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--------------------|----------|---|---------------|--------------------------|-------------------------|
| 11 | 22 | Electric potential difference EMF | 3 | | |
| 12 | 23 | Ampere's law | 3 | | |
| | 24 | Electric and magnetic flux | 3 | | |
| 13 | 25 | Faraday's law of induction | 3 | | |
| | 26 | Gauss's law for electricity and magnetism | 3 | | |
| 14 | 27 | Faraday's law of induction | 3 | | |
| | 28 | Gauss's law for electricity and magnetism | 3 | | |
| 15 | 29 | Maxwell's equations | 3 | | |
| | 30 | Fluid flux | 3 | | |
| สอบประจำภาค | | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|------------|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | 1. [1-②] มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเอง และสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม 2.[2-①] มีความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี 3.[3-①] มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี 4.[5-④] มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค คะแนนเก็บ - การทดสอบย่อย - การทำแบบฝึกหัด - Quiz ท้ายคาบเรียน บรรยายหลัก | 8 17 7 และ 12 ตลอดภาค การศึกษา ตลอดภาค การศึกษา | 25% 30% 10% 20% 15% |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จาก หลักสูตรสาขาวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
 2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

Visual Complex Analysis; Tristan Needham.
CALCULUS , Eighth Edition ; James Stewart.
Engineering Electromagnetics, Sixth edition; William H. Hayt Jr., John A. Buck.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

ไม่มี

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

ไม่มี



รายละเอียดของรายวิชา

(มคอ. 3)

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|-------------------------------------|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MATH2101 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม (Essential Engineering Mathematics)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (6 – 0 – 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา ทุกสาขาวิชา
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ วิชาบรรยายที่มีการสอนบรรยายเสริม
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร.วรภรณ์ กาญจนทวี (Section) (สอนบรรยายหลักครั้งที่ 1 – 15, 100% ต่อ section)
 - ดร.อรพรรณ อรุณพลสังข์ (Section) (สอนบรรยายเสริมครั้งที่ 1 – 15, 100% ต่อ section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน 2
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) รหัสวิชา ENCC1001 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์เชิงฟิสิกส์ (Physical Mathematics)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา ชื่อวิชา
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ งานมอบหมายที่มีโจทย์ต่างกัน
- สื่อการสอน
 - โปรเจกเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แถบบันทึกภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ)
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง อื่นๆ
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)
- การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ เดือน พ.ศ.

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ลำดับ อนุกรมจำนวนจริง อนุกรมกำลัง อนุกรมฟูรีเยร์ สมการเชิงอนุพันธ์สามัญและการนำไปใช้ ผลการแปลงลาปลาซ เมทริกซ์ ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ ระเบียบวิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาค่าขอบ

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

- ทุกสาขาวิชา ยกเว้นสาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ และ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ● | | | | ● | | | | | ● | | | | ○ | | | | | ○ | ○ | ● | | | |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- 1) ลำดับ อนุกรมจำนวนจริง (Sequences and Real Number Series) รู้จักลักษณะของลำดับ และอนุกรม สัญลักษณ์ของอนุกรม การหาผลบวกย่อย และผลบวกของอนุกรมอนันต์ อนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และการประยุกต์
- 2) อนุกรมกำลัง (Power Series) สามารถกระจายอนุกรมกำลัง และเขียนอนุกรมกำลัง อนุกรมแมคลอริน อนุกรมเทย์เลอร์ เพื่อแทนฟังก์ชัน
- 3) อนุกรมฟูรีเยร์ (Fourier Series) รู้จัก คาบของฟังก์ชัน ฟังก์ชันคาบและหาอนุกรมฟูรีเยร์ของฟังก์ชันคาบได้
- 4) สมการเชิงอนุพันธ์สามัญและการนำไปใช้ (Ordinary Differential Equation and their Applications) สามารถหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง สามารถหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์อันดับสูง นำไปแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเช่น ปัญหาการผสม (mixing problem) การสั่นของสปริง (spring oscillation)
- 5) ผลการแปลงลาปลาซ (Laplace Transform) สามารถหาผลการแปลงลาปลาซ ผลการแปลงผกผันลาปลาซ และนำไปใช้แก้ปัญหาสมการเชิงอนุพันธ์
- 6) เมทริกซ์ (Matrix) สามารถหาผลการดำเนินการพื้นฐานเช่นการบวก การคูณ การแปลง (transformation) รู้จักและสามารถหาค่าฟังก์ชันของเมทริกซ์เช่น ดีเทอร์มิแนนต์ เมทริกซ์ผกผัน และนำไปใช้หาผลเฉลยของระบบสมการเชิงเส้น รู้จักค่าเฉพาะ (eigenvalue) และ เวกเตอร์เฉพาะ (eigenvector)
- 7) ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ (System of Differential Equation) สามารถหาผลเฉลยของระบบสมการเชิงอนุพันธ์และนำไปแก้ปัญหาเช่น ปัญหาการผสมและการสั่นของสปริง
- 8) ระเบียบวิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาค่าขอบ (Finite Difference Method for Boundary Value Problem) สามารถแก้ปัญหาค่าขอบเช่น ระบบสปริง (mass-spring system) โดยใช้ผลต่างอันตะ

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MATH2101 ชื่อวิชา Essential Engineering Mathematics
 ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2566

1. แผนการสอน

1.1 แผนการสอนบรรยายหลัก

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--------------------|---|---------------|--|-------------------------|
| 1 | ลำดับและอนุกรม (Sequences and Series) | 3 | 1. กิจกรรมในชั้นเรียน 15 ครั้ง 15 คะแนน 2. สอบย่อยและงานมอบหมาย อยู่ในบรรยายเสริม | |
| 2 | อนุกรมจำนวนจริง (Real number series) อนุกรมกำลัง (Power series) | 3 | | |
| 3 | อนุกรมฟูรีเยร์ (Fourier series) | 3 | | |
| 4 | สมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง (First order differential equations) | 3 | | |
| 5 | | 3 | | |
| 6 | | 3 | | |
| 7 | สมการเชิงอนุพันธ์อันดับสอง (Second order differential equations) | 3 | | |
| 8 | | 3 | | |
| 9 | ผลการแปลงลาปลาซ (Laplace transforms) | 3 | | |
| 10 | | 3 | | |
| 11 | ระเบียบวิธีผลต่างอันตะสำหรับปัญหาค่าขอบ (Finite Difference Method for Boundary Value Problems) | 3 | | |
| 12 | การดำเนินการเบื้องต้นของเมทริกซ์ (Matrix Algebra) | 3 | | |
| 13 | ตัวกำหนดและเมทริกซ์ผกผัน (Determinant and Invers of a matrix) | | | |
| 14 | ค่าเฉพาะและเวกเตอร์เฉพาะ (Eigenvalues and Eigenvectors) | 3 | | |
| 15 | ระบบสมการเชิงอนุพันธ์ (System of Linear Differential Equations) | 3 | | |
| สอบประจำภาค | | | | |

1.2 แผนการสอนบรรยายเสริม

ตัวอย่างเพิ่มเติม การประยุกต์ และแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับการสอนบรรยายหลักแต่ละครั้ง

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--|---|---------------|--|-------------------------|
| 1 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 1 | 3 | 1. คะแนนเก็บเต็ม 60 คะแนน ➤ กิจกรรมในคาบเรียนวิชาบรรยาย 15 ครั้ง 15 คะแนน ➤ งานมอบหมาย 15 ครั้ง 25 คะแนน ➤ สอบย่อย 4 ครั้ง 20 คะแนน ➤ ส่งงานในคาบเรียนหรือตามเวลาที่กำหนดเท่านั้น ➤ เตรียมสำเนาบัตรนักศึกษาเพื่อส่งพร้อมแบบฝึกหัดทุกคาบเรียน 2. งานต่อไปนี้ไม่มีคะแนน ➤ งานที่ส่งช้ากว่าเวลาที่กำหนด ➤ งานที่ส่งผิดช่องตู้การบ้าน ➤ งานที่ไม่มีสำเนาบัตรนักศึกษา | |
| 2 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 2 | 3 | | |
| 3 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 3 | 3 | | |
| 4 | สอบย่อยครั้งที่ 1 อนุกรมจำนวนจริงและอนุกรมกำลัง | 3 | | |
| 5 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 4 | 3 | | |
| 6 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 5 | 3 | | |
| 7 | สอบย่อยครั้งที่ 2 อนุกรมฟูรีเยร์ | 3 | | |
| 8 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 6 | 3 | | |
| 9 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 7 | 3 | | |
| สอบย่อยครั้งที่ 3 สมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่ง | | | | |
| 10 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 8 | 3 | | |
| 11 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 9 | 3 | | |
| 12 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 10 | 3 | | |
| 13 | สอบย่อยครั้งที่ 4 สมการเชิงอนุพันธ์อันดับสอง | 3 | | |
| 14 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 11 | 3 | | |
| 15 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 12 | 3 | | |
| 16 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 13 | 3 | | |
| 17 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 14 | 3 | | |
| 18 | แบบฝึกหัดครั้งที่ 15 | 3 | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|-----|---|--|--|--------------------------|
| 1 | 1. มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม 2. มีความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เศรษฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 3. มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี 4. มีทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือสถิติ ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ | การทำแบบฝึกหัด / การทำงานที่ได้รับมอบหมาย บรรยายหลัก บรรยายเสริม การสอบ - การสอบย่อย - การสอบประจำภาค | ตลอดภาคการศึกษา 4,6,8,12 17 - 18 | 15% 25% 20% 40% |
| รวม | | | | 100% |

- หมายเหตุ 1.* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**(ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

| |
|-------------------------------------|
| ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน |
|-------------------------------------|

1. เอกสารและตำราหลัก

Calculus, 8th Edition, James Stewart

Advanced Engineering Mathematics, Erwin Kreyszig

Differential Equations, 10th Edition, Dennis G. Zill and Michael R. Cullen

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

เอกสารคำสอนวิชา MATH0210 Mathematics III (Lec) ดร.วราภรณ์ กาญจนทวี

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

ไม่มี



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา วิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MATS0310 ชื่อวิชา วัสดุวิศวกรรม (Engineering materials)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร _____ สาขาวิชา _____
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร.จิตชนน์ สารรักษ์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงงาน | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input checked="" type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น | <input checked="" type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) <u>ทดสอบย่อย</u> | |
- สื่อการสอน

| | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> โปรเจ็กเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต | <input checked="" type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input checked="" type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) <u>ชิ้นงานตัวอย่าง</u> | |
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input checked="" type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input checked="" type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ |
| <input type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง _____ | |
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) | <input type="checkbox"/> การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) |
| <input checked="" type="checkbox"/> การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) | <input type="checkbox"/> การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning) |

(หากรายวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ __xx__ เดือน __xxxx__ พ.ศ. __xxxx__

ลักษณะและการดำเนินการ

คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ความสำคัญและประโยชน์ของวัสดุวิศวกรรมกลุ่มหลักๆ เช่น โลหะ พอลิเมอร์ เซรามิก วัสดุกึ่งตัวนำ และวัสดุผสม เฟสไดอะแกรมและการแปลความหมาย การศึกษาความสัมพันธ์ของโครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุ การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุ การเสื่อมสภาพของวัสดุ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุวิศวกรรม และการประยุกต์ใช้ในงานทางวิศวกรรม

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ○ | ○ | | | | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ● | | | | ○ | ○ | | | | ○ | |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning outcomes)

- (1) สามารถแบ่งประเภทและอธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้างที่มีต่อคุณสมบัติของวัสดุประเภทต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
- (2) สามารถประยุกต์เลือกใช้วัสดุได้เหมาะสมกับงานทางวิศวกรรม รวมทั้งรู้จักและเลือกใช้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ชิ้นงานรูปร่างต่างๆ
- (3) สามารถระบุสาเหตุ วิธีการทดสอบ และหาวิธีแก้ปัญหาค่าเสื่อมสภาพของวัสดุได้
- (4) สามารถแปลความหมาย และเลือกใช้ข้อมูลที่ได้จากเฟสไดอะแกรม

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MATS0310 ชื่อวิชา วัสดุวิศวกรรม
 ภาคการศึกษา x ปีการศึกษา xxxx

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม | ผู้สอน |
|---|--|---------------|---|---------------------|
| 1 | แนะนำประเภทของวัสดุ รวมถึงความแตกต่างของโครงสร้าง อันส่งผลต่อสมบัติด้านต่างๆ และการใช้งานของวัสดุ | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกความแตกต่างและสมบัติหลักของวัสดุทั้ง 5 ประเภทได้ | ดร.ชิตชนน์ สารรักษ์ |
| 2 | แนะนำประเภทของแผนภาพวิทยาของวัสดุ รวมถึงการแปลความหมายและการนำข้อมูลจากแผนภาพวิทยาเข้ามาใช้งาน อาทิเช่น แผนภาพวิทยาของโลหะผสม | 3 | ทำแบบฝึกหัด: สามารถอ่านข้อมูลจากแผนภาพวิทยาได้ | |
| 3 | วัสดุโลหะ ประเภทและโครงสร้าง การแข็งตัวของโลหะ ความไม่สมบูรณ์หรือความบกพร่องของผลึกโลหะ และเครื่องมือตรวจสอบโครงสร้างผลึก | 3 | | |
| 4 | สมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุโลหะ อาทิเช่น สมบัติทางกายภาพ สมบัติเชิงกล สมบัติทางไฟฟ้า และสมบัติทางแม่เหล็ก เป็นต้น | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกประเภทของโลหะ สามารถเลือกใช้เครื่องมือในการตรวจสอบโครงสร้างได้อย่างเหมาะสม สามารถนำข้อมูลสมบัติด้านต่างๆ ของโลหะ ประกอบการนำไปใช้งาน | |
| 5 | โลหะกลุ่มเหล็ก (Ferrous Alloys) <ul style="list-style-type: none"> ● การถลุงเหล็กและการแปรรูปขั้นต้น กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานโลหะ ● คุณสมบัติและการใช้งานโลหะกลุ่มเหล็ก ● มาตรฐานในการแบ่งประเภทโลหะกลุ่มเหล็ก เช่น เหล็กกล้า เหล็กหล่อ และเหล็กกล้าไร้สนิม แผนภาพวิทยาของ Fe-Fe₃C | 3 | สอบย่อยครั้งที่ 1 เพื่อทบทวนความรู้ในภาพรวมของการแบ่งประเภทวัสดุ รวมถึงการใช้ข้อมูลจากแผนภาพวิทยาของโลหะผสม | |
| 6 | โลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non-Ferrous Alloys) อาทิเช่น อะลูมิเนียม ทองแดง ไทเทเนียม นิกเกิล <ul style="list-style-type: none"> ● คุณสมบัติและการใช้งานโลหะนอกกลุ่มเหล็ก ● มาตรฐานในการแบ่งประเภทโลหะนอกกลุ่มเหล็ก | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกความแตกต่างของโลหะกลุ่มเหล็กและโลหะนอกกลุ่มเหล็ก รวมถึงการเลือกไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม | |
| 7 | ความเสียหายที่เกิดขึ้นของวัสดุโลหะรวมถึงวิธีการทดสอบ อาทิเช่น <ul style="list-style-type: none"> ● การแตกหัก (Fracture) การล้า (Fatigue) การคืบ (Creep) และการสึกกร่อน (Erosion) การกัดกร่อน (Corrosion) ● การปรับปรุงสมบัติของวัสดุโลหะโดยกรรมวิธีทางความร้อน เช่น การอบคืนตัว และ การเกิดผลึกใหม่ กระบวนการอบชุบโลหะด้วยความร้อน (Heat treatment of metals) การชุบแข็งเฉพาะผิว (Surface Hardening) | 3 | สอบย่อยครั้งที่ 2 การเลือกใช้งานโลหะกลุ่มเหล็ก-โลหะนอกกลุ่มเหล็ก จากสมบัติด้านต่างๆ ของโลหะ ทำแบบฝึกหัด: จำแนกประเภทและสาเหตุของความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นได้ในโลหะ รวมถึงทราบวิธีการปรับปรุงสมบัติของโลหะด้วยกรรมวิธีทางความร้อน | |
| สอบกลางภาค วัน xxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx-xxxx น. | | | | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม | ผู้สอน | |
|---|--|---------------|---|---------------------|--|
| 8 | วัสดุเซรามิก โครงสร้าง การแบ่งประเภทของเซรามิกและแก้ว และ | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกความแตกต่างของประเภทเซรามิกและแก้วได้จากพันธะและโครงสร้าง | ดร.ชิตชนม์ สารรักษ์ | |
| 9 | สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติเชิงกล และทางความร้อนของวัสดุเซรามิกและแก้ว รวมถึงกระบวนการผลิตชิ้นงานจากวัสดุกลุ่มเซรามิกและแก้ว | 3 | ทำแบบฝึกหัด: สามารถใช้ข้อมูลสมบัติด้านต่างๆ ของเซรามิกและแก้วประกอบการนำไปใช้งาน และทราบถึงการเลือกใช้กระบวนการผลิตในชิ้นรูปชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม | | |
| 10 | วัสดุกึ่งตัวนำ การเปรียบเทียบความแตกต่าง Energy band model ของวัสดุตัวนำ วัสดุฉนวนและวัสดุกึ่งตัวนำ ประเภทของวัสดุกึ่งตัวนำ และการประยุกต์ใช้งาน (semiconductor devices) | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกความแตกต่าง Energy band model ของวัสดุแต่ละประเภท ทราบประเภทและการนำสารกึ่งตัวนำไปประยุกต์ใช้งาน | | |
| 11 | วัสดุพอลิเมอร์ โครงสร้าง และประเภทของพอลิเมอร์ (พลาสติก ยาง หรืออีลาสโตเมอร์) รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกประเภทของพลาสติกและอีลาสโตเมอร์และการนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม | | |
| 12 | สมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานและการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุพอลิเมอร์ | 3 | งานกลุ่ม: ให้โจทย์แก่นักศึกษา เช่น การผลิตชิ้นงานจากพลาสติก (ท่อน้ำ/สายไฟ) โดยกำหนดคุณสมบัติสินค้าที่ต้องการ โดยให้นักศึกษาอธิบายถึงกระบวนการผลิตและการปรับปรุงสมบัติของสินค้าให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ | | |
| 13 | นิยามของวัสดุผสม ตัวอย่างวัสดุผสมที่มีการใช้งานทางวิศวกรรม เช่น พลาสติกเสริมแรงเส้นใย คอนกรีตเสริมแรง ยางมะตอยผสม ไม้ประกอบ เป็นต้น พลาสติกเสริมแรงเส้นใย ประเภทและคุณสมบัติและกระบวนการผลิต เส้นใยเสริมแรง กระบวนการผลิตเส้นใยเสริมแรงพลาสติก | 3 | สอบย่อยครั้งที่ 3 ทบทวนความรู้ จำแนกความแตกต่างระหว่างวัสดุเซรามิกและวัสดุกึ่งตัวนำ รวมถึงการนำไปใช้งาน | | |
| 14 | ประเภทของปูนซีเมนต์และการใช้งาน คอนกรีตเสริมแรง สมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ สารตั้งต้นของยางมะตอย และยางมะตอยผสม ส่วนประกอบของไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ อาทิเช่น ไม้อัดไม้ประกอบ สมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ | 3 | ทำแบบฝึกหัด: จำแนกประเภทวัสดุผสมได้ และสามารถเลือกนำไปใช้งานได้อย่างเหมาะสม | | |
| 15 | กิจกรรม สรุปและประมวลผลการเรียนรู้เกี่ยวกับวัสดุทั้ง 5 ชนิด (โลหะ เซรามิก วัสดุกึ่งตัวนำ พอลิเมอร์ วัสดุผสม) | 3 | งานกลุ่ม: ให้โจทย์แก่นักศึกษา ในการออกแบบสร้างชิ้นงานๆหนึ่ง (เช่น รถยนต์บ้าน) โดยให้นักศึกษาอธิบายว่า ด้วยสมบัติใดที่ชิ้นส่วนนั้นๆต้องการ จึงเป็นสาเหตุให้เลือกใช้วัสดุต่างประเภทกัน (5 ชนิด) ในออกแบบสร้างชิ้นส่วนนั้นๆ | | |
| สอบประจำภาค วัน xxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ xxxx เวลา xxxx-xxxx น. | | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|------------|--|--|---------------------|----------------------|
| 1 | ความรู้ ทักษะทางปัญญา | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค - การทดสอบย่อย 3 ครั้ง | 8 16 4, 7, 12 | 25% 35% 15% |
| 2 | ความรู้ ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความ รับผิดชอบ | กิจกรรมในชั้นเรียน การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | ตลอดภาคการศึกษา | 10% |
| 3 | ความรู้ ทักษะการ วิเคราะห์ เชิง ตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ | การทำแบบฝึกหัด/การบ้าน | ตลอดภาคการศึกษา | 15% |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวัสดุวิศวกรรม

รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4



ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0105 ชื่อวิชา พื้นฐานการเขียนแบบงานวิศวกรรม (Fundamental Engineering Drafting)

2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (2 - 2 - 5)

3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

• รายวิชาของหลักสูตร

เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

หลายหลักสูตร

• หมวดวิชา

วิชาศึกษาทั่วไป

วิชาเฉพาะ

วิชาเลือก

• ประเภทของหมวดวิชา

วิชาบรรยาย

วิชาปฏิบัติการ

อื่นๆ _____

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)

4.1 ผศ.ดร.ภุชงค์ เรืองพยุงค์ศักดิ์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15, 100% ต่อ Section)

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 2 ชั้นปีที่เรียน 1

หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร

6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -

8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

การทำรายงาน

การทำวิจัย/การทำโครงการ

การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์

การทำงานเป็นกลุ่ม

การอภิปราย/การสัมมนา

การประชุมปฏิบัติการ

การจัดนิทรรศการ

การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน

การศึกษาดูงาน

การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น

อื่นๆ (ระบุ) _____

10. สื่อการสอน

โปรเจ็กเตอร์

คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์

ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)

อื่นๆ (ระบุ) _____

11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

ระบบ E-Learning

โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว

การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)

โปรแกรมเฉพาะทาง AutoCAD, Inventor

อื่นๆ (ระบุ) _____

12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อให้มีทักษะในการอ่านและการเขียนแบบเบื้องต้น เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.2 เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง
- 1.3 เพื่อให้มีกิจนิสัยในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบเป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลาและความรับผิดชอบ

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย
- 2.2 เพื่อให้มีความเข้าใจหลักการเขียนแบบเทคนิคการใช้เครื่องมืออุปกรณ์เขียนแบบ
- 2.3 เพื่อให้มีความสามารถในการอ่าน และเขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น เกี่ยวกับรูปภาพฉาย ภาพตัดและภาพสามมิติตามมาตรฐานเขียนแบบเทคนิค

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) _____ การเขียนตัวอักษร กฎและข้อกำหนดต่างๆ ของการเขียนแบบ การร่างแบบมือเปล่าและการเขียนรูปทรงเรขาคณิต การเขียนแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย การมองให้เห็นภาพและการเขียนภาพในหลายมุมมองตั้งฉาก การมองให้เห็นภาพและการเขียนภาพในมุมมองสามมิติ การกำหนดขนาดและพิกัดความเผื่อ ภาพตัด ภาพช่วย การเขียนแบบสั่งงาน แบบงานท่อ แบบงานก่อสร้าง และแบบงานไฟฟ้า

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 30 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน 30 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 75 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- 3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน
- 3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความ สัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ○ | | ● | | ● | ○ | ● | ● | | ● | ● | | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ○ | ● | ● | ● | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำกฎและข้อกำหนดของพื้นฐานการเขียนแบบเทคนิค
- (2) เข้าใจการฉายภาพวัตถุในมุมมองต่างๆ
- (3) อ่านและตีความแบบเทคนิคพื้นฐานตามกฎและข้อกำหนดต่างๆ
- (4) ร่างแบบมือเปล่าและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบเทคนิคพื้นฐานตามกฎและข้อกำหนดต่างๆ
- (5) ระบุขนาดและพิกัดความเผื่อในแบบเทคนิคพื้นฐาน
- (6) จดจำกฎและข้อกำหนดของพื้นฐานการเขียนแบบงานเครื่องกล
- (7) อ่านและตีความแบบงานเครื่องกลพื้นฐาน
- (8) ร่างแบบมือเปล่าและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเขียนแบบงานเครื่องกลพื้นฐาน
- (9) อ่านและตีความงานท่อเบื้องต้น
- (10) รู้จักแบบงานก่อสร้างและงานไฟฟ้าเบื้องต้น
- (11) เข้าใจความแตกต่างของแบบงานก่อสร้างและงานไฟฟ้าเบื้องต้นต่างๆ
- (12) อ่านและตีความแบบงานก่อสร้างและงานไฟฟ้าเบื้องต้น

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|------------------------|---|--|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | 1. มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเอง และสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับ ต่างๆขององค์กรและสังคม | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และ ความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับ คุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณวิชาชีพในการ เรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่ง งานที่ได้รับมอบหมาย ตามขอบเขตที่ให้ และ ตรงเวลา <input type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ ได้รับมอบหมาย เช่น การออกผลงานของ ผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | 1. มีความรู้และความเข้าใจด้าน คณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เศรษฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่ สำคัญในเนื้อหาของสาขาวิชา 3. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้วย วิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้ เครื่องมือที่เหมาะสม 4. สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชา เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำ โครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input checked="" type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึก ประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค ด้วยข้อสอบ ที่วัดความรู้ในหลักการ และทฤษฎี <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการ ทำแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | 1. พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างเป็น ระบบ มีการวิเคราะห์ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำ โครงการพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการ คิดวิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถาม กระตุ้นในการคิด <input type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการ สืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบ ที่มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ ความรู้ <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของ นักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|---|--|--|
| 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | 1. พัฒนาทักษะในการสร้างสัมพันธภาพระหว่างผู้เรียนด้วยกัน 2. พัฒนาความเป็นผู้นำและผู้ตามในการทำงานเป็นทีม 3. พัฒนาความรับผิดชอบต่อหน้าที่ มอบหมายให้ครบถ้วนตามกำหนดเวลา | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย/การบ้าน <input type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และเพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | 1. มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี 2. มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียนการสอนบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input checked="" type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรมเฉพาะทาง AutoCAD, Inventor <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <input type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ได้รับมอบหมาย <input type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งาน E-Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
ภาคการศึกษา ____ ปีการศึกษา _____

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--|--|---------------|--------------------------|---|
| 1 | บทนำเข้าสู่วิชาเขียนแบบวิศวกรรม เครื่องมือและอุปกรณ์เขียนแบบ, มาตรฐาน-ในการเขียนแบบ, มาตรฐาน- ส่วน, ชนิด-กลุ่มเส้น | 3 | - | Sec A: ผศ.ดร.กฤษณ์ เรืองพยุงค์ศักดิ์ |
| 2 | การร่างแบบและการเขียนรูปทรงเรขาคณิต | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 3 | การอ่านภาพสามมิติและระบบภาพฉายในงานเขียนแบบสากล | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 4 | การอ่านและการเขียนภาพฉายงานรูปทรงเรขาคณิตตัดตรง | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 5 | การอ่านและการเขียนภาพฉายงานรูปทรงเรขาคณิตตัดเฉียง | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 6 | การอ่านและการเขียนภาพสามมิติ (ทรงกระบอกและทรงกลม) | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 7 | การกำหนดขนาดและพิถีพิถันความเผื่อ | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 8 | การอ่านและการเขียนภาพตัด | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| สอบประจำภาค วันที่ เดือน พ.ศ. 2565 เวลา 00.00 - 00.00 น. | | | | |
| 9 | การอ่านและการเขียนภาพช่วย | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 10 | การเขียนแบบประกอบ | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 11 | การเขียนแบบงานท่อ | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 12 | การเขียนแบบงานก่อสร้าง 1 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 13 | การเขียนแบบงานก่อสร้าง 2 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 14 | การเขียนแบบงานไฟฟ้า 1 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 15 | การเขียนแบบงานไฟฟ้า 2 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|----------|---|---------------|--------------------------|---|
| 1 | แนะนำโปรแกรม AutoCAD และ Inventor | 3 | - | Sec A: 1. ดร.วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ 2. อ.รัตติกาล สมัน |
| 2 | การอ้างอิงพิกัด และการสร้างรูปอย่างง่าย ด้วยโปรแกรม AutoCAD | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 3 | การสร้างรูปอย่างง่ายและการแก้ไขรูปด้วยโปรแกรม AutoCAD | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 4 | การสร้างรูปด้วยเทคนิคที่ซับซ้อน และการแก้ไขรูปด้วยโปรแกรม AutoCAD | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 5 | การสร้างรูปด้วยเทคนิคที่ซับซ้อน และการแก้ไขรูปด้วยโปรแกรม AutoCAD (ต่อ) | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 6 | การสร้างรูปด้วยเทคนิคที่ซับซ้อน และการแก้ไขรูปด้วยโปรแกรม AutoCAD (ต่อ) | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 7 | การเขียนภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Inventor | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 8 | การเขียนภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Inventor (ต่อ) | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 9 | การเขียนภาพฉายจากภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Inventor | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 10 | การเขียนภาพฉายจากภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Inventor (ต่อ) | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 11 | การเขียนภาพฉายจากภาพ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Inventor (ต่อ) | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 12 | การเขียนแบบงานก่อสร้าง 1 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 13 | การเขียนแบบงานก่อสร้าง 2 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 14 | การเขียนแบบงานไฟฟ้า 1 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |
| 15 | การเขียนแบบงานไฟฟ้า 2 | 3 | แบบฝึกหัดและทดสอบย่อย | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|---|---------------------|--------------------------|
| 1 | ข้อ 2 (1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้องตลอดจนการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | - 16 | - 30% |
| 2 | ข้อ 5 (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | สอบย่อย(Quiz 25%), การทำแบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับมอบหมาย(25%) | ตลอดภาค การศึกษา | 50% |
| 3 | ข้อ 5 (1) มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี | กิจกรรมในชั้นเรียน - ผลการทดสอบย่อย (10%) - สอบย่อย (Quiz 10%) - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | 20% |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)

2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

A.W. Boundy, "Engineering Drawing," 3rd ed., McGraw-Hill, Australia, 1992.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

เอกสารประกอบการสอนวิชา MECH0115 Engineering Drawing

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

-



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา วิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา **MECH0110** ชื่อวิชา **กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics)**
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3-0-6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร _____ สาขาวิชา _____
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร.ชลลดา เลาะพ้อ (สอนครั้งที่ 1-7 ทุก Section A, B)
 - อ.วิษเนศ วงศ์วานิชวัฒนา (สอนครั้งที่ 8-15 ทุก Section A, B)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____ - _____
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____ - _____
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แดบบันทึกภาพ/เสียง ซีดี ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) แสดงเวคเตอร์ หรือแกนของมิติ ภาพประกอบ
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____
12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)

การเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

บูรณาการกับการวิจัย

บูรณาการกับการบริการวิชาการ

บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ ___ เดือน ___ พ.ศ.

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ระบบของแรง แรงลัพธ์ โมเมนต์ โมเมนต์ลัพธ์ สมดุลของอนุภาคและวัตถุแข็ง ใน 2 มิติ และ 3 มิติ พื้นฐานการวิเคราะห์โครงสร้าง โครงข้อหมุน โครงข้อแข็งและกลไก ความผิด จุดศูนย์กลาง โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่และมวล พื้นฐานงานเสมือน เสถียรภาพโครงสร้าง พลศาสตร์

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ● | | | | ● | | | | | ● | | | ○ | | | | | | ○ | | | | | ○ |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจระบบของแรงและโมเมนต์
- (2) เข้าใจสมดุลของระบบแรงและโมเมนต์ของทั้งอนุภาคและวัตถุแข็ง
- (3) สามารถคำนวณค่าแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในที่รองรับ และความเสถียรของที่รองรับ
- (4) ประเมินและคำนวณแรงภายในโครงสร้างเบื้องต้น
- (5) คำนวณปัจจัยเสริมที่เกี่ยวข้องกับระบบแรงและวัตถุที่รับแรง
- (6) สามารถประมวลระบบแรงที่กระทำ เพื่อการใช้งานด้วยความปลอดภัย

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา MECH0110 ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม
 ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง (คาบ) | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|-------------------------------|--|-----------------------|------------------------------------|--|
| 1 | - ชี้แจงแนวทางการให้คะแนน การจัดกลุ่มเพื่อทำงานที่มอบหมาย - Introduction, Basic Mathematics and Trigonometry, 1. Statics of Particles Force, Vectors and Force Vector | 3 | มอบหมายงานที่มี ตลอดภาคการศึกษา | คณะอาจารย์ร่วมสอน ดร.ชลลดา เลาะฟอ (สัปดาห์ที่ 1-7) |
| 2 | Force, Vectors and Force Vector, Resultant of Concurrent Forces, | 3 | | |
| 3 | Resolution of a Force into Components, Unit Vector, | 3 | | |
| 4 | Equilibrium of a Particle, Free-body Diagram (FBD), Rectangular Components and Equilibrium of Forces in 2 and 3 Dimension, | 3 | Quiz 1 | อ.วิษเนศ วงศ์วานิชวัฒนา (สัปดาห์ที่ 8-15) |
| 5 | 2. Forces System & Resultants Moment of a Force, Principle of Moments, Moment about a Specified Axis, Cross & Dot Product of Vectors to form Moments, | 3 | | |
| 6 | Moment of a Couple, Equivalent System, Resultants of Force and Couple System Forces System & Resultants (Cont.) Further Reduction of Force and Couple System, - Equilibrium of Simple Beam | 3 | Quiz 2 Submit VDO | Section A Section B Section C |
| 7 | 3. Equilibrium of Rigid Bodies Conditions for Equilibrium, Types of Supports, FBD, Equation of Equilibrium in 2 Dimensions, 3 Dimensions, Simple Distributed Loading, Two or Three Force Members, Constraints for a Rigid Body, Equilibrium of Rigid Bodies | 3 | | ยกระดับการเรียนรู้และ ค้นคว้าแบบ CBL |
| สอบกลางภาค (ตรวจสอบตามประกาศ) | | | | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง (คาบ) | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|---|--|--------------------|--------------------------|---|
| 8 | Review for Equilibrium of Rigid Bodies / Pre-Test 4. Structural Analysis Simple Truss, Method of Joints, Zero-Force Member, | 3 | Pre-Test | คณะอาจารย์ร่วมสอน ดร.ชลลดา เลาะพ้อ (สัปดาห์ที่ 1-7) |
| 9 | Simple Truss, Method of Joints, Zero-Force Member, | 3 | Quiz 3 | |
| 10 | Simple Truss, Method of Joints, Zero-Force Member, | 3 | | |
| 11 | Method of Sections, Frame and Rigid bodies Analysis | 3 | Quiz 4 | อ.วิเมนศ วงศ์วานิชวัฒนา (สัปดาห์ที่ 8-15) |
| 12 | 5. Friction Characteristics of Dry Friction, Problem Solving | 3 | | |
| 13 | 6. Center of Gravity and Centroid Center of Gravity of Mass, Area, Centroid for a body, Composite bodies, Resultant of a General Distributed Loading | 3 | Quiz 5 | Section A Section B Section C |
| 14 | 7. Moments of Inertia Definitions for Area, Parallel Axis Theorem for and Area, Radius of Gyration of an Area, Moment of Inertia of Area by Integration, Moment Inertia of Composite Areas | 3 | Submit Project / Report | ยกระดับการเรียนรู้และ ค้นคว้าแบบ CBL |
| 15 | 8. Virtual Work Pin-connected members, type of equilibrium/stability 9. Introduction to Dynamics Dynamics concept, Types & applications Review / Preparation of Final Exam / Test | 3 | Test / | |
| สอบประจำภาค (ตรวจสอบตามประกาศนิต์วันและเวลาการสอบ) | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|-----|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | ด้านความรู้ การคำนวณ การคิดวิเคราะห์ และแนวทางทำโจทย์ | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | หลังจากครั้งที่ 7 หลังจากครั้งที่ 15 | 25% 30% (รวม 55%) |
| 2 | การฝึกหัดทำ และเพิ่ม ประสิทธิภาพการคิด และแนวทางวิเคราะห์ | การบ้าน (หัวข้อ/บท) ทดสอบย่อย Quiz 5 ครั้ง (จาก 6) | ตลอดภาคการศึกษา ทุกบท รวมส่ง 2 ครั้ง สัปดาห์ที่ 7 และ สัปดาห์ที่ 14 Quiz 1 สัปดาห์ที่ 4 Quiz 2 สัปดาห์ที่ 7 Quiz 3 สัปดาห์ที่ 9 Quiz 4 สัปดาห์ที่ 11 | 15% 2% 2% 2% 2% |

| | | | | |
|------------|---|--|---|-----------------------|
| | | การสอบเตรียมพร้อมก่อนปลายภาค | Quiz 5 สัปดาห์ที่ 13 สัปดาห์ที่ 15 | 2% 5% (รวม 30%) |
| 3 | ตรวจสอบความเข้าใจใน สมาธิ การมีส่วนร่วมใน การถามและตอบในชั้น เรียน และการช่วยเหลือ เพื่อนในการฝึกหัดทำ โจทย์ | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน / ความตั้งใจ | ตลอดภาคการศึกษา และประเมินก่อนสอบ ปลายภาค | 5% (รวม 5%) |
| 4 | อื่นๆ (ระบุ) งานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | - การจัดทำสื่อวีดิทัศน์ 1 ชิ้น (กลุ่ม) - การจัดทำชิ้นโครงงาน และ จัดทำเป็นวีดิทัศน์ (กลุ่ม) | สัปดาห์ที่ 7 และ สัปดาห์ที่ 15 | 5% 5% (รวม 10%) |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

Engineering Mechanics (Statics), R.C. Hibbeler, SI Edition, Pearson Prentice Hall Inc., (SI Unit)

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

เอกสารประกอบการสอน วิชา MECH0110; Engineering Mechanics I (Statics)

จัดเตรียมและเรียบเรียงโดย อ.วิมเนศ วงศ์วานิชวัฒนา (ปรับปรุงต่อเนื่อง จำหน่ายผ่านศูนย์หนังสือ ม.เทคโนโลยีมหา
นคร)

เอกสารประกอบการสอน วิชา MECH0110; Engineering Mechanics I (Statics)

จัดเตรียมและเรียบเรียงโดย ดร.รัชเวช หาญชูวงศ์ (จำหน่ายผ่านศูนย์หนังสือ ม.เทคโนโลยีมหานคร)

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- หนังสือ หรือตำราประกอบรายวิชาที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาคภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ได้ทุกเล่ม

- หนังสือโจทย์ฝึกหัดทำพร้อมเฉลยประกอบ ชุด Schaum's Outline Engineering Mechanics (Statics)

- ยกระดับการเรียนรู้และค้นคว้าแบบ CBL



ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2566

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0111 ชื่อวิชา พลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Dynamics)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร _____ สาขาวิชา _____
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร. วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15, 100% ต่อ Section)
 - _____ (Section _____) (สอนครั้งที่ _____, % ต่อ Section)
 - _____ (Section _____) (สอนครั้งที่ _____, % ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0110 ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

บูรณาการกับการวิจัย

บูรณาการกับการบริการวิชาการ

บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1.1 การประยุกต์หลักการต่างๆ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาทางพลศาสตร์ลักษณะต่างๆ เพื่อให้เกิดทักษะและเข้าใจในการวิเคราะห์ปัญหา และหลักทฤษฎีทางพลศาสตร์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.2 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีในการสืบเสาะหาความรู้และใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา มีความละเอียดรอบคอบและตระหนักถึงความปลอดภัย

1.3 _____

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย _____

2.2 _____

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) _____ จลนศาสตร์และจลนพลศาสตร์ของอนุภาคและวัตถุแข็งเกร็ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน หลักการของงานและพลังงาน การดลและโมเมนตัม บทนำสู่การประยุกต์ทางพลศาสตร์ _____

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย _____ 45 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 3 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน _____ - _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 0 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง _____ 90 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 6 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ - _____ (_____ - _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม _____ 3 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยทำการแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| ● | ○ | | | ● | ● | ● | | ○ | | ○ | ○ | | | ● | ○ | | ● | | | | ● | | ○ | | | | | | | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) สามารถวิเคราะห์ ระยะเวลา ความเร็ว และความเร่งของอนุภาค
- (2) เข้าใจการเคลื่อนที่แบบสม่ำเสมอ และไม่สม่ำเสมอ
- (3) อธิบายระยะขจัดของการเคลื่อนที่ได้
- (4) เข้าใจความเร็วและความเร่งสัมพัทธ์ของระบบขึ้นต่อโยงได้
- (5) เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง
- (6) อธิบายผลการเคลื่อนที่ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงลัพธ์ มวล และความเร่ง
- (7) อธิบายโมเมนตัมและแรงดลเมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ได้
- (8) อธิบายการเคลื่อนที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของงานและพลังงานได้
- (9) ประยุกต์ทฤษฎีที่เรียนรู้เข้ากับปัญหาทางด้านการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันได้

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|---|---|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (1) เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่อง ความมีวินัยและความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น /ตัวอย่าง ที่เกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการ เรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่นการลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงงาน <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงงาน <input type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|--|---|
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหา ความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลง ทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำโครงงาน พิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิด วิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถามกระตุ้น ในการคิด <input type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการ สืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มี การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของ นักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการ พัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และ สอดคล้องกับทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับ มอบหมาย/การบ้าน <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และ เพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรม การ ทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |
| 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูล สารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดง สถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ได้อย่างสร้างสรรค์ | <input type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มี ภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียน การสอนบนตัวกลาง <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรม เฉพาะ ทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input checked="" type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้ นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จาก เว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <input type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ ได้รับมอบหมายโดยเน้นการ วิเคราะห์เป็นตัวเลข และการ สื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบ คำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มี การวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การ สื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของ นักศึกษาผ่านการใช้งาน E- Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา
(Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0111 ชื่อวิชา Engineering Dynamics

ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2566

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|--|---------------|--------------------------|--------|
| 1 | Introduction to Engineering Mechanics: Statics & Dynamics Part | 3 | Pre-Test | |
| 2 | Kinematics of a Particle | 3 | Homework | |
| 3 | Kinematics of a Particle | 3 | Homework/Exercise | |
| 4 | Kinetics of a Particle: Force and Acceleration | 3 | Homework | |
| 5 | Kinetics of a Particle: Force and Acceleration | 3 | Homework | |
| 6 | Kinetics of a Particle: Force and Acceleration | 3 | Homework/Exercise | |
| สอบกลางภาค วัน _____ ที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ เวลา _____ | | | | |
| 7 | Kinetics of a Particle: Work and Energy | 3 | Homework/Exercise | |
| 8 | Kinetics of a Particle: Impulse and Momentum | 3 | Homework/Test | |
| 9 | Planar Kinematics of a Rigid Body | 3 | Homework | |
| 10 | Planar Kinematics of a Rigid Body | 3 | Homework/Exercise | |
| 11 | Planar Kinetics of a Rigid Body: Force and Acceleration | 3 | Homework | |
| 12 | Planar Kinetics of a Rigid Body: Force and Acceleration | 3 | Homework | |
| 13 | Planar Kinetics of a Rigid Body: Force and Acceleration | 3 | Homework/Exercise | |
| 14 | Planar Kinetics of a Rigid Body: Work and Energy | 3 | Homework/Exercise | |
| 15 | Planar Kinetics of a Rigid Body: Impulse and Momentum | 3 | Homework/Test | |
| สอบประจำภาค วัน _____ ที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ เวลา _____ | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|---|-------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | (2.1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน | ทำการทดสอบ - การสอบกลางภาค | - | - |

| | | | | |
|------------|---|--|---------------------|-------------|
| | และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2.2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (5.2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ | - การสอบประจำภาค | 16 | 30 |
| 2 | (3.5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ (4.3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และสอดคล้องกับทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง | - การทดสอบย่อย - การทำแบบฝึกหัด (งานเดี่ยว) | ตลอดภาค การศึกษา | 50 10 |
| 3 | (1.1) เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต (1.5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | 10 |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

- หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

Engineering Mechanics: Dynamics, R.C. Hibbeler, Prentice Hall

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

กลศาสตร์วิศวกรรม : ภาคพลศาสตร์, รศ.อินทรชิต หอวิจิตร

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
 (_____) (_____)
 ____/____/____ ____/____/____



ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา ...วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ .....วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี..... |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0201 ชื่อวิชา เทคโนโลยีการผลิต สุขภาพ ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม(Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment)

2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)

3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

- รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วศ.บ. สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
- หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
- ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)

4.1 ผศ.ดร.ปรัชญา สำรวสินธุ์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)

- หลักสูตร วศ.บ. ภาคการศึกษา 2 ชั้นปีที่เรียน 2
- หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร

6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา

8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

- การทำรายงาน
- การทำวิจัย/การทำโครงงาน
- การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
- การทำงานเป็นกลุ่ม
- การอภิปราย/การสัมมนา
- การประชุมปฏิบัติการ
- การจัดนิทรรศการ
- การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
- การศึกษาดูงาน
- การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
- อื่นๆ (ระบุ)

10. สื่อการสอน

- โพรเจกเตอร์
- คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์
- ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
- สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
- อื่นๆ (ระบุ)

11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

- ระบบ E-Learning
- โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
- การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
- โปรแกรมเฉพาะทาง
- อื่นๆ (ระบุ)

12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

- การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)
- การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)
- การเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อต้องการให้นักศึกษาได้รู้ถึงพื้นฐานวัสดุต่างๆที่ใช้ในการผลิต _____
 1.2 เพื่อให้เข้าใจถึงกรรมวิธีการผลิตต่างๆในอุตสาหกรรม _____
 1.3 เพื่อให้เข้าใจกระบวนการขึ้นรูปลักษณะต่างๆในอุตสาหกรรม _____

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย _____
 2.2 ศึกษาถึงขนาด มิติ และพิถีพิถันความถี่ _____
 2.3 ศึกษาถึงพื้นฐานการผลิต รายละเอียดของกระบวนการผลิตต่างๆ _____
 2.4 ศึกษาถึงศาสตร์ด้านโทรโบายี่ ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลทำงาน _____

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร

ทฤษฎีและแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่ กระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว: งานหล่อโลหะ งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ กระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น กระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก: การกลึง การไส การกัด การตัด การเจาะ และการเจีย กระบวนการประกอบ: สกรู หมุดย้ำ และการสวม การเชื่อมต่อวัสดุ: การเชื่อม การบัดกรีแข็ง การบัดกรีอ่อน และการใช้สารยึดติด การปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ: กระบวนการทางความร้อน, การเคลือบผิว กระบวนการผลิตสมัยใหม่: เหล็กกล้าความต้านทานแรงสูง, โปโพลีพลาสติก, การพิมพ์ 3 มิติ กระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับเทรนด์ของเศรษฐกิจสีเขียว หมุนเวียนชีวภาพ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน - ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความ สัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ● | ● | | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● | | | ● | | | | | ○ | ● | ● | ○ | | ● | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและสมัยใหม่
- (2) อธิบายหลักการของการปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ
- (3) อธิบายหลักการของกระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว: งานหล่อโลหะ งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์
- (4) อธิบายหลักการของกระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น
- (5) อธิบายหลักการของกระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก
- (6) อธิบายหลักการของการปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ
- (7) จัดแบ่งประเภทและเข้าใจหลักการขึ้นรูปเหล็กกล้าความต้านทานแรงสูง, โปโพลีพลาสติก และการพิมพ์ 3 มิติ
- (8) อธิบายความหมายและแนวคิดของเศรษฐกิจสีเขียวหมุนเวียนชีวภาพ
- (9) เข้าใจและประยุกต์การใช้งานเกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|------------------------|---|---|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (1)เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละและซื่อสัตย์สุจริต (2)มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเอง และสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับ ต่างๆ ขององค์กรและสังคม (5)มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบ วิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของ วิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และ ความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับ คุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณวิชาชีพในการ เรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่ง งานที่ได้รับมอบหมาย ตามขอบเขตที่ให้ และ ตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของ ผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | (1)มีความรู้และความเข้าใจทาง วิศวกรรม พื้นฐาน เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้าง นวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2)นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการที่สำคัญทั้งในเชิงทฤษฎี และปฏิบัติ ในเนื้อหาทางด้านกรรมวิธีการ ผลิต การกลึง ไส กัด เจาะ ขุด ฯลฯ เครื่องมือตัดแบบคมเดียว (ไส กลึง กรรไกร | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำ โครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ | <input type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค ด้วยข้อสอบ ที่วัดความรู้ในหลักการ และทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการ ทำแบบฝึกหัด |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---|---|---|--|
| | <p>ส่ว เสียร ฯลฯ) หลักการทั่วไปในการทำงานของเครื่องมือตัด ได้แก่ มุมมิต การตั้งมุมมิต ในขณะที่ทำงาน การเลือกความเร็วรอบ ความเร็วตัดให้เหมาะสมต่อการทำงานแบบลักษณะและจุดมุ่งหมายของเครื่องมือแต่ละชนิด พื้นฐานงานเชื่อม</p> <p>(4)สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น</p> <p>(5)สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้</p> | <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | <p>(1)มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี</p> <p>(2)สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ</p> <p>(5)สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำโครงการพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์ <input type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถาม กระตุ้นในการคิด <input type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของนักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | <p>(4)รู้จักบทบาทหน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่มตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>(5)มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม</p> | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input checked="" type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย/การบ้าน <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และเพื่อน <input checked="" type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |
| 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | <p>(1)มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี</p> <p>(2)มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์</p> <p>(5)สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียนการสอนบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรม | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ได้รับมอบหมาย <input type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งาน E-Learning |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|------------------------|---|--|---|
| | | เฉพาะทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้ นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จากเว็บไซต์/สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ <input type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ ได้รับมอบหมายโดยเน้นการ วิเคราะห์เป็นตัวเลข และการ สื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) | <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะความรับผิดชอบหลัก

| |
|------------------------------------|
| หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล |
|------------------------------------|

รหัสวิชา MECH0201 ชื่อวิชา Manufacturing Technology, Health, Safety and Environment

ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/ อื่นๆ | ผู้สอน |
|--------------------|--|---------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 | การผลิตและกรรมวิธีการผลิต | 3 | แนะนำตำราเรียนเพิ่มเติม ต่างๆ | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 2 | กระบวนการขึ้นรูปโดยการทำให้แข็งตัว | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 1 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 3 | ขบวนการหล่อและการหล่อโลหะ | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 2 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 4 | งานขึ้นรูปแก้ว งานขึ้นรูปยางและพลาสติกด้วยแม่พิมพ์ | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 3 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 5 | กระบวนการขึ้นรูปโลหะและโลหะแผ่น | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 4 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 6 | กระบวนการขึ้นรูปโดยการเอาเนื้อออก | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 5 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 7 | กระบวนการประกอบ | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 6 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| สอบกลางภาค | | | | |
| 8 | การเชื่อมต่อวัสดุ | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 7 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 9 | การปรับแต่งสมบัติทางกลของวัสดุ: กระบวนการทางความร้อน, การเคลือบผิว | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 8 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 10 | กระบวนการผลิตสมัยใหม่ | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 9 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 11 | กระบวนการผลิตที่สอดคล้องกับเทรนด์ของเศรษฐกิจสีเขียว หมุนเวียนชีวภาพ | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 10 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 12 | ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัยใน การทำงาน | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 11 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 13 | ความปลอดภัยในสถานที่ทำงานและอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 12 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 14 | สภาพแวดล้อมในการทำงานและความปลอดภัยในสถานที่ ทำงาน | 3 | แบบฝึกหัดท้ายบทครั้งที่ 13 | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| 15 | กิจกรรมเกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการผลิต | 3 | นำเสนอ | ผศ.ดร.ปรัชญา สํารวยสินธุ์ |
| สอบประจำภาค | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|------------|--|---|-------------------|----------------------|
| 1 | ด้านที่ 2 ข้อ 1, 2, 4 และ ข้อ 5 ด้านที่ 3 ข้อ 1, 2, 5 | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 16 | 30% 30% |
| 2 | ด้านที่ 1 ข้อ 1, 2, 5 ด้านที่ 2 ข้อ 1, 2, 4, 5 ด้านที่ 4 ข้อ 5 | ผลการทดสอบย่อย/การทำ แบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับ มอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | 6-15 | 20% |
| 3 | ด้านที่ 4 ข้อ 5 ด้านที่ 5 ข้อ 1, 2, 5 | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาคการศึกษา | 20% |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- เอกสารประกอบการสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิต

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- Manufacturing Process and Material for Engineering By Lawrance E. Doyle and Carl A.Keyser and James L.Leach and George F.Schrader and Morse B.Singer
- Manufacturing Process for Engineering Material By Serope Kalpakjian and Steven R.Schmid
- กระบวนการผลิต รศ.ดร.ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ
- อาชีวอนามัยและความปลอดภัย วิชัย โรมโรสง

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- ทัศนศึกษาโรงงานเครื่องมือกล โดย อาจารย์บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ
- Manufacturing Engineering and Technology By Serope Kalpakjian and Steven R.Schmid

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้
- ไม่มี -

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน _____ ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
(ผศ. ดร.ปรัชญา สำรวยสินธุ์) (ผศ.ดร.วาโย ช้างเจริญ)
/ / / /



ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | <u> ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา </u> คณะ.....วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี..... |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0402 ชื่อวิชา การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร(Entrepreneurship for Engineers)
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 อ.พิพัฒน์พงศ์ เทพมณี (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน ชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา - (-)
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงการ
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลกบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning (Google Education)
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ X เดือน XXXX พ.ศ. XXXX

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ศึกษาทฤษฎีจัดการสมัยใหม่ การเป็นผู้ประกอบการ การเป็นสตาร์ทอัพ (Start-up) หัวหน้างาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการกับคน ทริพยากร และการจัดการองค์กรของระบบการผลิตและบริการ ระบบการจัดการนวัตกรรมในองค์กร รวมถึงการบริหารโรงงาน รูปแบบของธุรกิจสมัยใหม่ การสร้างกลยุทธ์ธุรกิจ การหาแหล่งทุน พื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์ทางวิศวกรรม การเงินและการตลาดโดยใช้ทฤษฎีและเครื่องมือสมัยใหม่ การเพิ่มผลผลิตทางวิศวกรรม กฎหมายแรงงาน กฎหมายอุตสาหกรรม รวมถึงข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการค้าทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ

_____ Principles and theories in modern management; Entrepreneurship, startup, manager and relate, team work, human relationship management, resource and organization management system consisted by production service and innovation, factory management, traditional and modern business model and strategy, capital funding and marketing via modern theories and tools; Improve productivity; Laws of labor, industrial and other related in domestic and international

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| ○ | ● | ○ | | | ● | ● | | | | ○ | | | | | ● | | | | | ○ | | | | | ● | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Learning outcome):

- เข้าใจที่มาความหมายและความสำคัญของการจัดการวิศวกรรมสมัยใหม่
- เข้าใจลักษณะของธุรกิจประเภทต่าง รวมถึงสามารถกำหนดกลยุทธ์ธุรกิจให้เหมาะสม
- เข้าใจหลักการการทำงานเป็นทีม การเป็นผู้นำ การจัดการกับคน และทริพยากร
- เข้าใจ การเป็นหัวหน้างาน การเป็นผู้ประกอบการ และการเป็นผู้ประกอบการใหม่
- เข้าใจและสามารถอธิบาย รูปแบบองค์กร โครงสร้างองค์กร การบริหารงาน การจัดการนวัตกรรมในองค์กร
- เข้าใจ และอธิบาย รูปแบบทางธุรกิจ การสร้างกลยุทธ์ธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ การเงินและการหาแหล่งทุนเบื้องต้น
- เข้าใจและอธิบายเทคนิคการเพิ่มผลผลิต ด้วยเครื่องมือสมัยใหม่ เทคนิคในการบริหารงานวิศวกรรม ด้วย lean 6sigma
- เข้าใจและอธิบายกฎหมายและสิทธิประโยชน์ด้านการค้าที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจด้านการผลิตและบริการ กฎหมายอุตสาหกรรม และ พาณิชยกรรม เบื้องต้น

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา MECH0402 ชื่อวิชา การเป็นผู้ประกอบการสำหรับวิศวกร(Entrepreneurship for Engineers)

ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|------------|--|---------------|--|--------|
| 1 | แนะนำเกี่ยวกับการจัดการวิศวกรรม | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม มอบหมายงาน : ให้นักศึกษาค้นคว้า และอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับความสำคัญของศาสตร์การจัดการและวิศวกรรม | |
| 2 | หลักการเบื้องต้นและทฤษฎีการจัดการสมัยใหม่ และความ เป็นผู้นำ | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: นักศึกษาจะเข้าสู่สถานการณ์จำลอง การจัดการ และบริหารทางด้านวิศวกรรม รวมถึงบทบาทของการเป็นหัวหน้างานในอนาคต | |
| 3 | การทำงานเป็นทีม การจัดการกับคน และทรัพยากร | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: สถานการณ์จำลองการทำงานเป็นทีม การสื่อสาร การสื่อสารกับเพื่อนร่วมงาน | |
| 4 | การจัดการองค์กรของระบบการผลิตและการบริการ ระบบ การจัดการนวัตกรรมในองค์กร | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: สถานการณ์จำลองให้นักศึกษาได้เรียนรู้และตระหนักถึงระบบจัดการในองค์กร | |
| 5 | หัวหน้างาน การเป็นผู้ประกอบการ และ Startup | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: สถานการณ์จำลองการทำงานการเป็นหัวหน้างาน มุมมองการบริหารงานภาพรวมองค์กร การสั่งและสอนงานให้กับผู้ใต้บังคับบัญชา | |
| 6 | การบริหารโรงงาน และนวัตกรรม | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: นักศึกษารวบรวมข้อมูลและระดมความคิดเพื่อแก้ไขปัญหาที่อาจารย์นำไปปัญหาจากโรงงาน | |
| 7 | รูปแบบองค์กร โครงสร้างองค์กร แนะนำกิจกรรมการเขียน JD JS | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: สามารถเขียนโครงสร้างองค์กรในระดับมหภาค (Macro Structure) และทำการเขียนโครงสร้างองค์กรในระดับจุลภาค (Micro Structure) สามารถออกแบบ JD สำหรับตำแหน่งต่างๆได้ | |
| สอบกลางภาค | | | | |

1. แผนการสอน (ต่อ)

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|-------------|--|---------------|---|--------|
| 8 | ปัจจัยทางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการจัดการวิศวกรรม | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม มอบหมายงาน: ให้นักศึกษาแยกความสัมพันธ์ของปัจจัยทางธุรกิจ | |
| 9 | การสร้างกลยุทธ์ธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ การเงินและการหาแหล่งทุนเบื้องต้น | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม มอบหมายงาน: ให้นักศึกษาแก้ปัญหาจากโจทย์อุตสาหกรรมความเข้าใจในระบบบัญชีการเงินเบื้องต้น สามารถตั้งข้อสังเกตเพื่อทำการปรับปรุงจากการอ่านบัญชีได้ | |
| 10 | การบริหารองค์กรร่วมกับทฤษฎีด้านการตลาด | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: สถานการณ์จำลองการบริหารองค์กรภายใต้เงื่อนไขต่างๆ | |
| 11 | เทคนิคการเพิ่มผลผลิต ด้วยเครื่องมือสมัยใหม่ | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: นักศึกษาออกแบบและวางแผนระบบการผลิต ด้วยการ ใช้เครื่องมือสมัยใหม่ | |
| 12 | เทคนิคในการบริหารงานวิศวกรรม lean 6sigma | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: นักศึกษาออกแบบและเขียน Value stream Mapping (VSM) จากกรณีตัวอย่างได้ | |
| 13 | กฎหมายและสิทธิประโยชน์ด้านการค้าที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจด้านการผลิตและบริการ | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม มอบหมาย: ศึกษาค้นคว้าและสรุปสิทธิประโยชน์ทางการค้า | |
| 14 | กฎหมายอุตสาหกรรม และพาณิชย์กรรม เบื้องต้น | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม มอบหมาย: ศึกษากฎหมายที่เกี่ยวกับ | |
| 15 | การนำเสนอผลงานนักศึกษา | 3 | บรรยาย/กิจกรรมกลุ่ม กิจกรรม: ศึกษานำเสนอผลงานที่ได้รับมอบหมาย | |
| สอบประจำภาค | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|-----|--|-------------------|----------------------|
| 1 | การสอบ - การสอบประจำภาค | 16 | 30% |
| 2 | -การทำแบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) -การนำเสนอผลงาน | ตามแผนการสอน | 55% 10% |
| 3 | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน/การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน | ตลอดภาคการศึกษา | 5% |
| รวม | | | 100% |

- หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

_____ เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาการควบคุมและการประกันคุณภาพ (Quality Control) _____

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

_____ 1. การจัดการทางวิศวกรรม, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย _____

_____ 2. การจัดการสมัยใหม่, รศ. เนตรพัฒนา ยาวีราช, โรงพิมพ์ บริษัท ทริปเพิ้ล กรุ๊ป จำกัด _____

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

_____ IE Network Conference Proceeding , Thai VCML Conference Proceeding _____

รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4



ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ .....วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี..... |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0210 ชื่อวิชา กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา X / XXXX ชั้นปีที่เรียน 2
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0110 ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม 1 (Engineering Mechanic I)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|---|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงการ | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
- สื่อการสอน

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> โปรเจ็กเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต | <input checked="" type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แดงบันทึกภาพ/เสียง วีซีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) | |
| <input type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง _____ | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ |
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) |
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) |
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning) | |

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)
- การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

| | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> บูรณาการกับการวิจัย | <input type="checkbox"/> บูรณาการกับการบริการวิชาการ | <input type="checkbox"/> บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม |
|--|--|--|

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ xx เดือน xxxxx พ.ศ. xxxx

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางด้านกลศาสตร์ของไหลโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.2 เพื่อให้ นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหาทางกลศาสตร์ของไหลและประยุกต์ใช้กับการทำงานในภาคอุตสาหกรรมได้

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) สมบัติของของไหล ของไหลสถิต สมการโมเมนตัมและสมการพลังงาน สมการของความต่อเนื่องและการเคลื่อนที่การวิเคราะห์มิติและความคล้าย การไหลคงตัวและอัดไม่ได้

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน ๒ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (๒ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ๑๐ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ○ | ● | | | ● | ● | | ○ | ● | | | | ○ | ● | | ○ | ● | ● | | ○ | ● | | | | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายคุณสมบัติของของไหลและของไหลสถิตได้
- (2) คำนวณแรงที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของไหลสถิตได้
- (3) มีความรู้และเข้าใจ สมการโมเมนตัม สมการพลังงาน สมการความต่อเนื่อง และการเคลื่อนที่ของของไหล
- (4) คำนวณ แรง ความดัน ความเร็ว และอัตราการไหลด้วยสมการโมเมนตัม พลังงาน และสมการความต่อเนื่องได้
- (5) อธิบายการออกแบบระบบการวัดความเร็วในช่องทางการไหลด้วยสมการพลังงานและความต่อเนื่องได้
- (6) อธิบายขั้นตอนในการวิเคราะห์หิมิต จัดกลุ่มตัวแปรไร้มิติ และพื้นฐานของความคล้าย
- (7) คำนวณตัวต้นแบบและตัวจำลองโดยใช้พื้นฐานของความคล้ายได้
- (8) อธิบายรูปแบบของการไหลคงตัวและอัดไม่ได้ภายในท่อ เลขเรย์โนลด์ และค่าการสูญเสีย
- (9) คำนวณเลขเรย์โนลด์ และค่าการสูญเสียจากการไหลคงตัวและอัดไม่ได้ภายในท่อ
- (10) ตระหนักถึงผลของค่าการสูญเสียจากการไหลคงตัวและอัดไม่ได้ภายในท่อต่อการเลือกใช้ปั๊มน้ำ

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|--|--|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | มีระเบียบวินัย รับผิดชอบตนเองและสังคม ปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับ คุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | <p>(1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการสร้างนวัตกรรม ทางเทคโนโลยี</p> <p>(2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---|--|--|---|
| 3. ทักษะทางปัญญา | สามารถสืบค้นข้อมูลและค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำโครงงานพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถามกระตุ้นในการคิด <input checked="" type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของนักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย/การบ้าน <input type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และเพื่อน <input checked="" type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียนการสอนบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรมเฉพาะทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <input checked="" type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งาน E-Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0210 ชื่อวิชา กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics)

ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--|---|---------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | Introduction to fluid mechanics, Definition of a fluid, Basic equation, Dimensions and units. | 3 | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 2 | Properties of fluid, Fluid stress , Viscosity. | 3 | Lecture and Homework | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 3 | The basic equation of fluid statics. | 3 | Lecture and Quiz | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 4 | Hydrostatic force on submerged surfaces. | 3 | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 5 | Hydrostatic force on submerged surfaces(Con). | 3 | Lecture and Homework | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 6 | Conservation of mass and momentum equation. | 3 | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 7 | The Bernoulli equation interpreted as an energy equation. | 3 | Lecture and Quiz | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| สอบกลางภาค วัน...x...ที่...xx...เดือน...xxx...พ.ศ...xxxx... เวลา...xx.-xx.น. | | | | |
| 8 | Introduction to differential analysis of fluid motion, Differential continuity equation. | | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 9 | Differential continuity equation (Con.). | | Lecture and Homework | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 10 | Dimensional analysis | | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 11 | Dimensional analysis (Con.) | | Lecture and Quiz | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 12 | Flow Similarity and model studies. | | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 13 | Internal incompressible viscous flow, Fully developed laminar and turbulent flow in pipe. | | Lecture and Homework | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 14 | Energy considerations in pipe flow , Calculation of head loss. | | Lecture | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| 15 | Calculation of head loss (Con.). | | Lecture and Quiz | ผศ.ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล |
| สอบประจำภาค วัน...x...ที่...xx...เดือน...xxx...พ.ศ...xxxx... เวลา...xx.-xx.น. | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum) | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|-----|---|----------------|-------------------|----------------------|
|-----|---|----------------|-------------------|----------------------|

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

| | | | | |
|------------|---|---|--------------------------------|--------------------------|
| 1 | มีระเบียบวินัยรับผิดชอบตนเองและสังคม ปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | (1) การประเมินพฤติกรรมการทำงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา (2) การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น | ตลอดภาคการศึกษา | 10 % |
| 2 | (1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการดำเนินงานนวัตกรรม ทางเทคโนโลยี (2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม | (1) การทดสอบย่อย (2) การสอบกลางภาคและประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | ตลอดภาคการศึกษา 8 17 | 15 % 25 % 30 % |
| 3 | สามารถสืบค้นข้อมูลและค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ | (1) การประเมินผลงานของนักศึกษา - การทำรายงาน | ตลอดภาคการศึกษา | 5 % |
| 4 | รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ | (1) การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย / การบ้าน (2) การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน - การมีส่วนร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน | ตลอดภาคการศึกษา | 10 % |
| 5 | สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้ | (1) การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย | ตลอดภาคการศึกษา | 5 % |
| รวม | | | | 100% |

- หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

_____ Robert W. Fox, Alan T. McDonald, Philip J. Pritchard., Introduction to Fluid Mechanics, 6th ed., John Wiley & Sons, 2004

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

_____ สมศักดิ์ ไชยะภินันท์, กลศาสตร์ของไหล, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

_____ เอกสารและตำราทางกลศาสตร์ของไหลอื่นๆ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

3.1 ปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับผลการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหารภาควิชา/คณะ (Management Review)

3.2 นำผลจากการจัดทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Management, KM) เกี่ยวกับการเรียนการสอนมาปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป

3.3 นำผลจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย (MUT Conference) หรือผลการประชุม/สัมมนาวิชาการภายนอกเกี่ยวกับการเรียนการสอนมาปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน _____ ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ เพ็ชรกุล) (_____)
 xx / _xx_ / _xxxx_ _____ / _____ / _____



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี.. |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0220 ชื่อวิชา เทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamics)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมเครื่องกล.....สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ผศ.ดร.นภาพ แยมไตรพัฒน์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15, 100.00%)
 - 4.2 _____ (สอนครั้งที่ _____)
 - 4.3 _____ (สอนครั้งที่ _____)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา ENCC1001 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์เชิงพีลิกส์
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงการ
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดการทรัพยากร
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ 10 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อให้ นักศึกษารู้พื้นฐานการทำงานของอุปกรณ์พื้นฐานและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.2 เพื่อให้สามารถนำหลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์ไปประยุกต์ใช้กับวิชาที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนถึงการงานและปัญหาที่เกิดขึ้นทางอุตสาหกรรมได้

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ สมบัติของสารบริสุทธิ์ ความร้อนและงาน การแปลงผันของพลังงานเบื้องต้น แก๊สอุดมคติ กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ เอนโทรปี วัฏจักรคาร์โนท บทนำสู่กลไกการถ่ายเทความร้อน

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความ สัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | ● | | ○ | ● | | ● | ○ | ● | ○ | ● | | | | ● | | | | | ○ | | | ● | | | | | |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ **ความรับผิดชอบหลัก**

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) ใช้ตารางไอน้ำและตารางคุณสมบัติต่างๆของสารบริสุทธิ์เป็น
- (2) บอกนิยามกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์
- (3) อธิบายหลักการของอุปกรณ์ในระบบเปิดและปิด
- (4) คำนวณงานและความร้อนในระบบปิดและเปิดจากหลักการสมดุลพลังงาน
- (5) บอกนิยามกฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์
- (6) อธิบายหลักการของเครื่องยนต์ความร้อน เครื่องทำความเย็นและเครื่องสูบน้ำร้อน
- (7) คำนวณประสิทธิภาพหรือสมรรถนะเครื่องจักรเทียบกับแบบคาร์โนต์ และประสิทธิภาพไอเซนทรอปิก
- (8) บอกคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมทางความร้อนได้
- (9) อธิบายเรื่องของพลังงานได้ รูปแบบและการใช้กับการเกิดภาวะโลกร้อน
- (10) คำนวณหน่วยวัดพื้นฐานเช่น อุณหภูมิ ความดัน

| |
|------------------------------------|
| หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล |
|------------------------------------|

รหัสวิชา MECH0220 ชื่อวิชา อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics)
 ภาควิชา x ปีการศึกษา xxxx

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/ อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|----------|---|---------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | แนะนำเกี่ยวกับรายวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ | 3 | | ผศ.ดร.นภาพร แยมไตรพัฒน์ |
| 2 | เทอร์โมไดนามิกส์และพลังงาน, สมบัติของระบบ, กระบวนการและวัฏจักร, สมดุล, กระบวนการอุณหภูมิตั้งแต่ ความดัน, มานอเมเตอร์, กฎของปาสคาล | 3 | การบ้าน | |
| 3 | รูปแบบของพลังงานของระบบ, พลังงานที่ถ่ายโอนผ่าน ขอบเขตของระบบ, รูปแบบต่างๆ ของงาน, กฎข้อที่หนึ่งของ เทอร์โมไดนามิกส์, | 3 | การบ้าน | |
| 4 | สารบริสุทธิ์, สถานะของสารบริสุทธิ์, กระบวนการ เปลี่ยนแปลงสถานะของสารบริสุทธิ์ แผนภาพแสดง กระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะ, | 3 | | |
| 5 | สมการสถานะของแก๊สอุดมคติ งานเนื่องจาก การ เปลี่ยนแปลงขอบเขตของระบบ, หลักการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับระบบปิด | 3 | การบ้าน | |
| 6 | ความร้อนจำเพาะ, พลังงานภายใน เอนทัลปี และความร้อน จำเพาะของแก๊สอุดมคติ | 3 | การบ้าน | |
| 7 | พลังงานภายใน เอนทัลปี และความร้อนจำเพาะของของแข็ง และของเหลว | 3 | | |
| 8 | กฎอนุรักษ์มวล, งานเนื่องจากการไหล, การวิเคราะห์ พลังงานสำหรับระบบที่มีการไหลแบบคงตัว | 3 | | ผศ.ดร.นภาพร แยมไตรพัฒน์ |
| 9 | การวิเคราะห์มวลและพลังงานสำหรับระบบเปิด (ต่อ) การ วิเคราะห์อุปกรณ์ที่มีการไหลแบบคงตัวบางชนิด | 3 | การบ้าน | |
| 10 | กลจักรความร้อน, เครื่องทำความเย็นและปั๊มความร้อน, | 3 | การบ้าน | |
| 11 | กระบวนการที่ผันกลับได้และกระบวนการที่ผันกลับไม่ได้, หลักการของคาร์โนต์, กลจักรความร้อนคาร์โนต์ | 3 | การบ้าน | |
| 12 | เอนโทรปี, กฎการเพิ่มขึ้นของเอนโทรปี, สมดุลเอนโทรปีของ ระบบปิด | 3 | | |
| 13 | ความสัมพันธ์ Tds, การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของสาร บริสุทธิ์, | 3 | การบ้าน | |
| 14 | การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของแก๊สอุดมคติ และ ความสัมพันธ์ T-ds | 3 | การบ้าน | |
| 15 | ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของอุปกรณ์ที่มีการไหลคงตัวบาง ชนิด | 3 | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|---|-------------------|--------------------------|
| 1 | 1. มีความรู้และเข้าใจหลักการที่สำคัญของอุณหพลศาสตร์ 2. สามารถนำหลักการทางอุณหพลศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 17 | 25% 30% |
| 2 | 1. สามารถนำความรู้ไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง และองค์กร | การทำแบบฝึกหัด/การสอบย่อย | ตลอดภาคการศึกษา | 35% |
| 3 | 1. มีวินัย ตรงเวลา และมีความรับผิดชอบสูงทั้งต่อตนเอง วิชาชีพและสังคม | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน | ตลอดภาคการศึกษา | 10% |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. Thermodynamics: An engineering approach 7th edition, Yunus Cengel, Michael A. Boles, Mc-GrawHill

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

1. เทอร์โมไดนามิกส์, สมชาย อัครทิวา และ ขวัญจิต วงษ์ชาติ, Mc-GrawHill

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

- 3.1 การจัดประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 3.2 การจัดการกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Management: KM) เกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนการสอน
- 3.3 การเข้าร่วมประชุมวิชาการเกี่ยวกับการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยฯ (MUT Conference) หรือการเข้าร่วมประชุม/สัมมนาวิชาการภายนอก

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน _____ ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา _____
 (ผศ.ดร.นภาพ แยมไตรพัฒน์) (ผศ.ดร.วาโย ช้างเจริญ)
 10 / 11 / 2564 _____ / _____ / _____



ภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2564

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0230 ชื่อวิชา กลศาสตร์ของแข็ง (Solid Mechanics)
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต 3 (3 - 0 - 6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร _____ สาขาวิชา _____
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ผศ.ดร.ฐิติระพล หุยนันทน์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1~15, 100% ต่อ Section _____)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0110 ชื่อวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Mechanics)
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ - _____ ชื่อวิชา _____ - _____
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงงาน การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) Online Meeting และ Google Classroom
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุงิจกรรมการบูรณาการ) _____ โครงการนวัตกรรมและงานวิจัยด้านกลศาสตร์ประยุกต์ _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ __XX__ เดือน __MMMM__ พ.ศ. __256X__

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามประมวลการสอน
- 1.2 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงทฤษฎีด้านกลศาสตร์วัสดุ โดยสามารถอธิบายพฤติกรรมของวัสดุภายใต้ภาระเงื่อนไขต่างๆ ได้
- 1.3 เพื่อให้ นักศึกษามีความเข้าใจด้านกลศาสตร์ของแข็งเพียงพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์และออกแบบต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) _____ ความเค้น ความเครียด สมบัติเชิงกลของวัสดุ การรับภาระตามแนวแกน การบิด สมดุลของคาน ความเค้นตึงฉากในคาน ความเค้นเฉือนในคาน การโก่งของคาน การแปลงความเค้น วงกลมมอร์ของ ความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เกณฑ์กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา _____

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย __45__ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (__3__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน __-__ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (__-__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง __90__ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (__6__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (__-__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- 3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม __1__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ● | | | ○ | ○ | | ● | ● | | ● | | | | ○ | | | | | ● | | ● | | | |

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับความเค้น ความเครียด และสมบัติเชิงกลของวัสดุ
- (2) เข้าใจการแก้ปัญหาพื้นฐานทางความเค้น ความเครียด และสมบัติเชิงกลของวัสดุ
- (3) ตระหนักถึงการพิจารณาการล้าวัสดุในเชิงความเค้น ความเครียด และสมบัติเชิงกลของวัสดุ
- (4) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการรับภาระของวัสดุตามแนวแกน รอบแนวแกน และคาน
- (5) เข้าใจการแก้ปัญหาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการรับภาระของวัสดุตามแนวแกน รอบแนวแกน และคาน
- (6) ตระหนักถึงการพิจารณาการล้าวัสดุภายใต้การรับภาระตามแนวแกน รอบแนวแกน และคาน
- (7) เข้าใจนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เหนือที่กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา
- (8) แสดงการแก้ปัญหาพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เหนือที่กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา
- (9) ตระหนักถึงการพิจารณาการล้าวัสดุในเชิงการแปลงความเค้น วงกลมมอห์ร์ของความเค้นในระนาบ การรับภาระร่วม เหนือที่กำหนดการวิบัติ และการโก่งเดาะของเสา

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|--|--|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่าง ที่เกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น |
| 2. ความรู้ | (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎี และปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชา เฉพาะด้านทางวิศวกรรม (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาคและประจำภาค ด้วยข้อสอบ ที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|--|--|
| 3. ทักษะทางปัญญา | (1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล | <input checked="" type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input checked="" type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถามกระตุ้นในการคิด | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาคและประจำภาคด้วยข้อสอบ ที่ต้องแสดงการคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | (5) มีความสำนึกต่อความรับผิดชอบ ด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม | <input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย / การบ้าน <input checked="" type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงาน เป็นทีมจากผลงาน |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ | <input checked="" type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม / อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาคและประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ **ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

**รหัสวิชา MECH0215 ชื่อวิชา กลศาสตร์ของแข็ง
ภาคการศึกษาที่ X ปีการศึกษา 256X**

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|--|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1 | ทบทวนสถิตยศาสตร์ของวัตถุแข็งเกร็ง | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | ผศ.ดร.ฐิติระพล หุຍະນັນท์ |
| 2 | ภาวะภายใน และความเค้น | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 3 | คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุและค่าความปลอดภัย | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 4 | การรับแรงและการเสียรูปตามแนวแกน | 3 | ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 | |
| 5 | สมมูลของคานภายใต้การตัด | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 6 | ความเค้นตั้งฉากในคานภายใต้การตัด | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 7 | ความเค้นเฉือนในคานภายใต้การตัด | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| สอบกลางภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |
| 8 | หัวข้อพิเศษของคานภายใต้การตัด | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | ผศ.ดร.ฐิติระพล หุຍະນັນท์ |
| 9 | การรับโมเมนต์บิดและการบิดรอบแกน | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 10 | ความเค้นในการรับภาระร่วม | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 11 | การแปลงความเค้น และความเค้นในระนาบ | 3 | ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 | |
| 12 | วงกลม Mohr ของความเค้น และเกณฑ์การวิบัติ | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 13 | การโก่งของคาน - 1 | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 14 | การโก่งของคาน - 2 | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| 15 | การโก่งเตาะของเสา | 3 | บรรยาย และ แบบฝึกหัด | |
| สอบประจำภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชา มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|---|-----------------------|--------------------------|
| 1.2 | มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม | การทดสอบย่อย - การทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 - การทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค กิจกรรมในชั้นเรียน - การติดตามเนื้อหาการเรียนรู้ - การทำแบบฝึกหัด - การมีส่วนร่วมอภิปราย และแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน | 4 | 15% |
| 2.2 | มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม |  |  |  | 12 | 20% |
| 2.4 | สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม | | 8 | 25% |
| 3.1 | มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล | | 17~18 | 30% |
| 4.5 | มีความสำนึกต่อความรับผิดชอบต่อความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม | | ตลอดภาค การศึกษา | 10% |
| 5.2 | มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ | | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่วิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
 2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- J.M. Gere & S.P. Timoshenko, "Mechanics of Materials", Nelson Thornes, Ltd., 3rd edition, 1991, pp.807.
- F.P. Beer, E.R. Johnston, Jr., J.T. DeWolf & D.F. Mazurek, "Mechanics of Materials", 6th edition, McGraw-Hill Higher Education, 2012, pp.832.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- ไม่มี -

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- R.R. Craig, Jr., "Mechanics of Materials", 3rd edition, Wiley, 2011, pp.864.
- A. Pytel & J. Kiusalaas, "Mechanics of Materials" 2nd edition, Cengage Learning, 2012, pp.570.
- T.A. Philpot, "Mechanics of Materials: An Integrated Learning System", 3rd edition, Wiley, 2013, pp.912.

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และ หลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

373
รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4



ภาคการศึกษา xxx ปีการศึกษา xxxx

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0240 ชื่อวิชา กลศาสตร์เครื่องจักรกล (Mechanics of Machinery)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วศ.บ ภาคการศึกษา 2/2564 ชั้นปีที่เรียน 2
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0111 ชื่อวิชา พลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Dynamics)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ(เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงงาน การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรมเช่นเกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ(ระบุ) _____
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่นแถบบันทึกภาพ/เสียง ดิจิทัลวีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ(ระบุ) _____
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่นเว็บไซต์/แผ่นวีซีดี/แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ 1 เดือน _____ ค.ศ. _____ พ.ศ. 2564

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจพื้นฐานกลศาสตร์กลไกเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ _____ (ตามประมวล) _____
 1.2 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจพื้นฐานกลไก การกระจัด ความเร็ว และความเร่งในเครื่องจักรกล การวิเคราะห์การกระจัด ความเร็วและความเร่ง ลูกเบี้ยว ขบวนเฟือง และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์สภาพสังคมเทคโนโลยีและความก้าวหน้าตามยุคสมัย
 2.2 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจพื้นฐานการออกแบบกลไกในเครื่องจักรกล _____
 2.3 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจหลักการวิเคราะห์ตำแหน่ง ความเร็ว และความเร่งของกลไกการออกแบบลูกเบี้ยวและขบวนเฟือง

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description). ระบบขึ้นต่อโยง แผนผังจลนศาสตร์ อันดับของความอิสระในการเคลื่อนที่ ระบบขึ้นต่อโยงสมมูล การวิเคราะห์ความเร็ว ลูกเบี้ยว ขบวนเฟือง การวิเคราะห์ขบวนเฟือง การวิเคราะห์ความเร่ง แผนผังความเร่ง การวิเคราะห์แรงในระบบกลไก แรงในระบบขึ้นต่อโยง การวิเคราะห์แรงสถิต การวิเคราะห์แรงพลวัต สมดุลในเครื่องจักรกล สมดุลสถิต สมดุลพลวัต

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

3.2 _____

หมายเหตุ*อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| ● | ○ | | | | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | | | ● | | | | | | | ○ | ● | | ● | | ○ | ● | ● |

* ให้ระบุความรู้ทักษะที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จัดจำข้อกำหนดการสร้างแผนผังจลนศาสตร์
- (2) เข้าใจกฎพื้นฐานทางเรขาคณิตวิเคราะห์ และเวกเตอร์
- (3) ระบุระดับชั้นอิสระในการเคลื่อนที่ของระบบกลไก
- (4) ระบุตำแหน่งใหม่ของชิ้นต่อโยงต่าง ๆ
- (5) เข้าใจถึงหลักการวิเคราะห์ทางจลนศาสตร์ของระบบกลไก
- (6) ใช้หลักการทางเรขาคณิต และเวกเตอร์วิเคราะห์จลนศาสตร์ของระบบกลไก
- (7) เข้าใจการทำงานของระบบลูกเบี้ยวและเฟือง
- (8) สร้างแผนผังการจัดในระบบลูกเบี้ยว
- (9) คำนวณหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในระบบลูกเบี้ยวและเฟือง
- (10) เข้าใจประเภทของแรงต่าง ๆ ในระบบกลไก
- (11) คำนวณหาแรงภายในที่จุดเชื่อมต่อและแรงลัพธ์ในระบบกลไก
- (12) ตระหนักถึงแรงต่าง ๆ ต่อระบบสมดุลในระบบกลไก

| |
|---|
| หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล |
|---|

รหัสวิชา MECH0240 ชื่อวิชา Mechanics of Machinery

ภาคการศึกษา x ปีการศึกษา xxxx

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|---|--------------|--------------------------|---------------------|
| 1 | แนะนำระบบกลไกเบื้องต้น | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 2 | การเคลื่อนที่ แผนผังจลนศาสตร์ ระดับอิสระการเคลื่อนที่ ระบบต่อโยงเสมือน | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 3 | ทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเวกเตอร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องเช่น สมการการเคลื่อนที่ ความเร็ว ความเร่ง และแรงกระทำในกลไก | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 4 | การหาตำแหน่งของจุดบนชิ้นต่อโยง การวิเคราะห์หาระยะกระจัดของกลไกการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะกระจัดกับเวลา หรือ ระหว่างระยะกระจัดกับมุมข้อเหวี่ยง | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 5 | การหาตำแหน่งของจุดบนชิ้นต่อโยง (ต่อ) แนะนำโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับช่วยวิเคราะห์กลไก เช่น Excel, AutoCAD, Working Model เป็นต้น การวิเคราะห์ความเร็ว การหาความเร็วเชิงเส้น ความเร็วเชิงมุม | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 6 | การวิเคราะห์ความเร็ว (ต่อ) การเขียนสมการเวกเตอร์ความเร็ว เทคนิคการวิเคราะห์ความเร็วด้วยวิธีเชิงกราฟฟิก | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 7 | การวิเคราะห์ความเร็ว (ต่อ) การวิเคราะห์ความเร็วเชิงกราฟฟิกด้วยวิธีความเร็วสัมพัทธ์ | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 8 | การวิเคราะห์ความเร็วเชิงกราฟฟิกด้วยวิธีจุดหมุนชั่วขณะ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา หรือ ความเร็วกับมุมข้อเหวี่ยง | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 9 | การวิเคราะห์ความเร่งสมการการหาความเร่งเชิงมุม ความเร่งเชิงเส้น ความเร่งในแนวตั้งฉากและความเร่งในแนวสัมผัส ความเร่งสัมพัทธ์ การวิเคราะห์ความเร่งของกลไก | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 10 | การวิเคราะห์ความเร่งเชิงกราฟฟิกด้วยวิธีความเร่งสัมพัทธ์ | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 11 | การวิเคราะห์ความเร่งเชิงกราฟฟิกด้วยวิธีความเร่งสัมพัทธ์ (ต่อ) | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 12 | การวิเคราะห์ความเร่ง (ต่อ) ความเร่งคอริออริส (Coriolis) การวิเคราะห์ความเร่งคอริออริสเชิงกราฟฟิก กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งและเวลาหรือ ความเร่งและเพล้าข้อเหวี่ยง | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 13 | ลูกเบี้ยว, Cam displacement diagram, Cam profile, การหาความเร็วของลูกเบี้ยว | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 14 | ขบวนเฟือง การวิเคราะห์ขบวนเฟืองสายพาน และ สกรู | 3 | การบ้าน/Quiz | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |
| 15 | ทบทวน | | | ดร.ประพนธ์ ทศภานนท์ |

หมายเหตุ 1.วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้งวิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้งและไม่เกิน 15 ครั้ง

2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วนคือแผนการสอนบรรยายและแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|------------|--|---|-------------------|----------------------|
| 1 | (1) มีความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตรีโกณมิติศาสตร์ มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ (2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ในเนื้อหาของสาขาวิชา | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 17 | 25 30 |
| 2 | รู้จักบทบาท หน้าที่ มีความรับผิดชอบในกาทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย | ผลการทดสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | ตลอดภาคการศึกษา | 35 |
| 3 | มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาคการศึกษา | 10 |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

David H. Myszka, Machine and Mechanism, Applied Kinematic Analysis, Prentice Hall; 2012

เอกสารและตำราประกอบการสอนวิชา MECH0240 Mechanics of Machinery

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่นตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

เอกสารและตำราประกอบการสอนวิชา MECH0240 Mechanics of Machinery

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

ดร. ไพศาล สมประกิจ, กลศาสตร์เครื่องจักรกล

Robert L Norton, Design of Machinery 3 edition, McGraw-Hill, 2004 McGraw-Hill

Cleghorn W. L., Mechanics of Machines, Oxford Press, 2005

JAMES DOANE, Machine analysis with computer applications for mechanical engineers, John wiley & Sons Ltd; 2016

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษาดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

1.ปรับปรุงเอกสารคำสอน

2. การจัดประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชาและหลังการออกผลการเรียนรายวิชาโดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆเช่นผลงานของนักศึกษาผลการทดสอบย่อยผลการสอบกลางภาคผลการสอบประจำภาคโดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชาเพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร(Management Review)ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน
(ดร.ประพจน์ ทศภานนท์)

1 / ธ.ค. / 64

ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
(ผศ.ดร.วโย ช่างเจริญ)

_____/_____/____



ภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2564

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0301 ชื่อวิชา ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต 3 (2 - 2 - 5)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 อ.ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1~7, 47% ต่อ Section _____)
 - 4.2 ผศ.ดร.จิตะพล หุยนันท์ (Section A) (สอนครั้งที่ 8~15, 47% ต่อ Section _____)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วศ.บ. (เครื่องกล) ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MATH2101 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์ที่จำเป็นทางวิศวกรรม
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โพรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดิจิตัล วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง MS Excel อื่นๆ (ระบุ) Online Meeting และ Google Classroom
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามประมวลการสอน
- 1.2 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงระเบียบวิธีเชิงตัวเลขที่จำเป็นสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล โดยสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการหาค่าตอบเชิงตัวเลขตามระเบียบวิธีข้างต้นได้
- 1.3 เพื่อให้ศึกษามีความเข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกลเพียงพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ระบบสมการเชิงเส้น เมตริกซ์มูลฐาน การกำจัดแบบเกาส์ วิธีแบบเกาส์-จอร์แดน การแยกแบบแอลยู การกระทำซ้ำแบบจาโคบี และวิธีแบบเกาส์-ไซเดล; รากของสมการไม่เชิงเส้น พหุนามสำหรับประมาณค่าในช่วง การประมาณค่าในช่วงเชิงฟังก์ชันเสมือนพหุนาม; การหาอนุพันธ์เชิงตัวเลข การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ปัญหาขอบเขต และปัญหาค่าลักษณะเฉพาะ; สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (การหาค่าตอบของสมการความร้อนและสมการคลื่น) ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ และระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 75 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- 3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | ● | | | ● | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | | | | | ● | ● | ○ | | ● | ○ | ● | | ● |

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้น
- (2) เข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการแก้ระบบสมการเชิงเส้น
- (3) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ระบบสมการเชิงเส้น
- (4) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับระบบสมการไม่เชิงเส้น
- (5) เข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการแก้ระบบสมการไม่เชิงเส้น
- (6) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ระบบสมการไม่เชิงเส้น
- (7) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ
- (8) เข้าใจระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับการแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ
- (9) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ
- (10) จดจำนิยามและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย
- (11) เข้าใจวิธีหาคำตอบของสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย
- (12) ตระหนักถึงการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยแก้สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|---|--|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (3) ภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตามความสามารถทำงานเป็นหมู่คณะความสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ ความเคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งความเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรมและการเข้าเรียนและส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--------------------|--|--|---|
| 2. ความรู้ | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาคและประจำภาคด้วยข้อสอบ ที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำงานแบบฝึกหัด |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|---|--|--|
| | <p>สร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี</p> <p>(2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎี และปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชา เฉพาะด้านทางวิศวกรรม</p> <p>(4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม</p> | | |
| 3. ทักษะทางปัญญา | <p>(1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล</p> <p>(2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของนักศึกษา</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) <u>สอบปฏิบัติที่ต้องแสดงการคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล</u></p> |
| 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ | <p>(2) สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการแก้สถานการณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนทั้งของตนเองและของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม</p> <p>(3) วางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาองค์ความรู้ของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย / การบ้าน</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน</p> |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | <p>(1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี</p> <p>(3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ</p> <p>(5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร</p> | <p><input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม / อภิปราย</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาคและประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งานระบบ E-Learning</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) <u>สอบปฏิบัติที่ต้องแสดงทักษะการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม</u></p> |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่วิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

**รหัสวิชา MECH0301 ชื่อวิชา ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล
ภาคการศึกษาที่ X ปีการศึกษา 256X**

1. แผนการสอน

บรรยาย

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|---|--------------|--|-------------------------|
| 1 | การดำเนินการของเมตริกซ์ และระบบสมการเชิงเส้น | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | อ.ดร.เสถียรพงษ์ หุยนันท |
| 2 | เมตริกซ์มูลฐาน และการกำจัดแบบเกาส์ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 3 | วิธีแบบเกาส์-จอร์แดน และการแยกแบบแอลยู | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 4 | การกระทำซ้ำแบบจาโคบี และวิธีแบบเกาส์-ไซเดล | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 | |
| 5 | รากของสมการไม่เชิงเส้น | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 6 | พหุนามสำหรับประมาณค่าในช่วง | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 7 | การประมาณค่าในช่วงเชิงฟังก์ชันเสมือนพหุนาม | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| สอบกลางภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |
| 8 | การหาอนุพันธ์เชิงตัวเลข | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | ผศ.ดร.ฐิติระพล หุยนันท |
| 9 | การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 10 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 11 | ปัญหาขอบเขต และปัญหาค่าลักษณะเฉพาะ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 | |
| 12 | การหาคำตอบของสมการความร้อนเชิงอนุพันธ์ย่อย | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 13 | การหาคำตอบของสมการคลื่นเชิงอนุพันธ์ย่อย | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 14 | ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 15 | ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| สอบประจำภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชา มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

รหัสวิชา MECH0301 ชื่อวิชา ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล
ภาคการศึกษาที่ X ปีการศึกษา 256X

ปฏิบัติการ

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--|---|--------------|--|---------------------------|
| 1 | การดำเนินการของเมตริกซ์ด้วย MS Excel | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | อ.ดร.เสถียรพงศ์ หุຍະนันท์ |
| 2 | เมตริกซ์มูลฐาน และการกำจัดแบบเกาส์ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 3 | วิธีแบบเกาส์-จอร์แดน และการแยกแบบแอลยู | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 4 | การกระทำซ้ำแบบจาโคบี และวิธีแบบเกาส์-ไซเดล | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สอบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 1 | |
| 5 | รากของสมการไม่เชิงเส้น | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 6 | พหุนามสำหรับประมาณค่าในช่วง | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 7 | การประมาณค่าในช่วงเชิงฟังก์ชันเสมือนพหุนาม | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| สอบกลางภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |
| 8 | การหาอนุพันธ์เชิงตัวเลข | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | ผศ.ดร.สุพิชชาพล หุຍະนันท์ |
| 9 | การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 10 | ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 11 | ปัญหาขอบเขต และปัญหาค่าลักษณะเฉพาะ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สอบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 2 | |
| 12 | การหาคำตอบของสมการความร้อนเชิงอนุพันธ์ย่อย | 3 | สอนเสริม และปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 13 | การหาคำตอบของสมการคลื่นเชิงอนุพันธ์ย่อย | 3 | สอนเสริม และปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 14 | ระเบียบวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 15 | ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| สอบประจำภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
4. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
5. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|--|-----------------------|--------------------------|
| 1.3 | ภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม ความสามารถทำงานเป็นหมู่ คณะ ความสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ ความเคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้ง ความเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | | | |
| 2.1 | มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้าง นวัตกรรมทางเทคโนโลยี | การทดสอบย่อย - การทดสอบย่อย ครั้งที่ 1 - การทดสอบย่อย ครั้งที่ 2 | 4 12 | 5% 5% |
| 2.2 | มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิง ทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทาง วิศวกรรม | การปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ - การสอบปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 - การสอบปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 | 4 12 | 15% 15% |
| 2.4 | สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 17~18 | 20% 30% |
| 3.1 | มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล | | | |
| 3.2 | สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นปัญหา และความต้องการ | กิจกรรมในชั้นเรียน - การติดตามเนื้อหาการเรียนรู้ - การทำแบบฝึกหัด - การมีส่วนร่วมอภิปราย และ แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน | ตลอดภาค การศึกษา | 10% |
| 4.2 | สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการแก้ไขสถาน- การณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนทั้งของ ตนเองและของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม | | | |
| 4.3 | วางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาองค์ความรู้ของตนเอง และทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง | | | |
| 5.1 | มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้อง กับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี | | | |
| 5.3 | สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ | | | |
| 5.5 | สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้ | | | |
| รวม | | | | 100% |

- หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จาก
หลักสูตรสู่วิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**(ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- S.C. Chapra & R.P. Canale, “Numerical Methods for Engineers”, 6th ed., McGraw-Hill Co., Inc., 2010, pp.968.
 - J.L. Goldberg, “Matrix Theory with Applications”, McGraw-Hill Co., Inc., 1991, pp.520p.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- ไม่มี -

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- ไม่มี -

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

-

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และ หลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ



รายละเอียดของรายวิชา

(มคอ. 3)

ภาคการศึกษา x ปีการศึกษา 256x

F – AAO – 002

แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา วิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0340 ชื่อวิชา การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 – 0 – 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - อาจารย์คันทพันธ์ ศรีสถิตย์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15, 100% ต่อ Section)
 - (Section) (สอนครั้งที่ , ต่อ Section)
 - (Section) (สอนครั้งที่ , ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 2 ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0230 ชื่อวิชา กลศาสตร์วัสดุ (Mechanics of Materials)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) Pre-test, Post-test & MiniTest
- สื่อการสอน
 - โพรเจกเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) สอนออนไลน์ผ่านทาง Google Meet
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง อื่นๆ (ระบุ) MDSolids, MathCAD, Excel
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) บูรณาการกับกิจกรรมการเป็นวิทยากรให้กับสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยจัดฝึกอบรมให้กับภาคอุตสาหกรรม
14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ DD เดือน MMMM พ.ศ. YYYY

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- จุดมุ่งหมายของรายวิชา
 - เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักและเข้าใจนิยามและหลักการของคำว่า “การออกแบบ” และ “การออกแบบเชิงวิศวกรรม” รวมไปถึงสมบัติของวัสดุที่ต่อยอดจากวิชาวัสดุวิศวกรรม
 - เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎีการวิบัติของวัสดุวิศวกรรม ในภาคสถิติศาสตร์และภาคพลศาสตร์ และประยุกต์ทฤษฎีทั้งสองเข้ากับการออกแบบเครื่องจักรกล
 - เพื่อให้ผู้เรียนประยุกต์ทฤษฎีการออกแบบเครื่องจักรกล และสามารถแก้ไขปัญหาการออกแบบเครื่องจักรกลด้วยเทคนิคการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning, PBL)
- วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา
 - เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย
 - เพื่อให้สามารถเข้าใจสภาพปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องจักรกลของกรณีศึกษาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน และอธิบายปรากฏการณ์ของกรณีศึกษาที่เกิดจากสิ่งใด ตลอดจนสามารถนำเนื้อหาในรายวิชามาแก้ไขปัญหาของกรณีศึกษา ภายใต้อัจฉริยภาพของแต่ละกรณีศึกษาได้

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

- คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาวะสถิต ความล้าและทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาวะแปรเปลี่ยน หลักการออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐาน อาทิ เพลาและส่วนประกอบของเพลา สกรูยึด หมุดย้ำ รอยเชื่อม สปริง โรลลิงแบร์ริง การส่งกำลังรูปแบบต่างๆ และโครงการออกแบบเชิงกล
- จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา
 - บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
 - การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/การฝึกงาน 0 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (0 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
 - การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
 - การสอนเสริม (ถ้ามี) (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล
 - อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน
 -

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2*

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ● | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ○ | | | | | ○ | ● | ● | ● | | ○ | ● | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายทั้งข้อดีและข้อจำกัดของทฤษฎีความเสียหายของวัสดุภายใต้ภาระสถิต
- (2) ออกแบบทางกลตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความเสียหายสำหรับภาระสถิตได้อย่างเหมาะสม
- (3) เข้าใจนิยามค่าศัพท์พื้นฐานและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบความล้า ภาระแปรเปลี่ยน และเขียน S-N diagrams พร้อมกับอธิบายจุดสำคัญ
- (4) คำนวณหา Modifying factor และ Fatigue stress-concentration factor
- (5) ออกแบบทางกลตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความเสียหายสำหรับภาระแปรเปลี่ยนได้อย่างเหมาะสม
- (6) อธิบายหลักการและระบุข้อควรพิจารณาในการออกแบบเครื่องจักรกลค้ำน้ำหนักกระทบต่อการออกแบบทางกล มาตรฐาน ใค้ดความปลอดภัย สิ่งแวดล้อม และจรรยาบรรณของวิชาชีพวิศวกร
- (7) ออกแบบและการเลือกชิ้นส่วนเครื่องกลมาตรฐานและการส่งกำลังรูปแบบต่างๆ

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|---|---|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (1) เข้าใจในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต (2) มีระเบียบวินัย รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัยและความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น/ตัวอย่างที่เกี่ยวกับคุณธรรมจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรมการเข้าเรียนและส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|---|--|---|
| 2. ความรู้ | <p>(1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี</p> <p>(2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม</p> <p>(3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>(4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input checked="" type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกมสถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำงานแบบฝึกหัด <input checked="" type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) <u>มีการจัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน</u> |
| 3. ทักษะทางปัญญา | <p>(1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล</p> <p>(2) สามารถคิด วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นของปัญหาและความต้องการ</p> <p>(3) สามารถแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>(5) <u>สามารถสืบค้นข้อมูลและค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ</u></p> | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำโครงการพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถามกระตุ้นในการคิด <input checked="" type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ <input type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของนักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | <p>(4) <u>รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ</u></p> <p>(5) มีความสำนึกต่อความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสุขภาพแวดล้อมต่อสังคม</p> | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input checked="" type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input checked="" type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) <u>มอบหมายรายงาน เกี่ยวกับจรรยาบรรณทางวิชาชีพวิศวกรรม หรือสอดแทรกบทความหรือวิเคราะห์ข่าวที่เน้นจิตสำนึกความรับผิดชอบต่อสังคมด้านความปลอดภัยในการทำงาน และ การดูแลรักษาสุขภาพแวดล้อม</u> | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย/การบ้าน <input type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเองและเพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---|--|---|--|
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ <i>(4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์</i> (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input checked="" type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว <input checked="" type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียนการสอนบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรมเฉพาะทาง: <input checked="" type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ) <u>MDSolids</u>..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <input type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลขและการสื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการทำงานที่ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาคและประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี <input checked="" type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งาน E-Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะที่ต้องการพัฒนานักศึกษา ให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะความรับผิดชอบหลัก

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0340 ชื่อวิชา การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design)
 ภาควิชา x ปีการศึกษา 256x

1. แผนการสอน (กรณีมีการสอนหลาย Section และผู้สอนรับผิดชอบสอนแต่ละ Section)

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--|--|---------------|--|-------------------------|
| 1 | Static failure theories for ductile materials: Principles and considerations of machine design, Ductile and brittle materials, Maximum shear stress theory (MSS), Distortion energy theory (DE), Ductile coulomb mohr theory (DCM), and case studies. | 3 | PBL & Term project assignment/ Exercises/HW | A: อ.คันทน์ ศรีสถิตย์ |
| 2 | Static failure theories for brittle materials: Maximum normal stress theory (MNS), Brittle coulomb mohr theory (BCM), Modified mohr theory (MM), and case studies. | 3 | Quiz/HW | |
| 3 | Fatigue: Fatigue testing, Rotating beam, S-N diagrams, Endurance limit, Modifying factor, Stress-concentration factor, notch sensitivity, and case studies. | 3 | PBL/Exercises/HW | |
| 4 | Variable loads: Variable load type, Mean part, amplitude part, maximum value and minimum value of variable load, Fatigue stress-concentration factor, and case studies. | 3 | PBL/Exercises/HW | |
| 5 | Variable failure theories: Langer theory, Soderberg theory, Goodman theory, Gerber theory, and ASME-Elliptic theory, and case studies. | 3 | Quiz/HW | |
| 6 | Shafts and shaft components: Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | Exercises/HW | |
| 7 | Power screws: Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | Exercises/HW | |
| 8 | Fastener screws, rivets (1): Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | Exercises/HW | |
| สอบกลางภาค: วัน DDDD ที่ DD MMMM พ.ศ. YYYY | | | | |
| 9 | Fastener screws, rivets (2): Type, Consideration, Design, Application and selection. | | Exercises/HW | |
| 10 | Welds: Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | Exercises/HW | |
| 11 | Springs: Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | Exercises/HW | |
| 12 | Rolling bearings (1): Type, Consideration, Design, Application and selection | 3 | Exercises/HW | |
| 13 | Rolling bearings (2): Type, Consideration, Design, Application and selection | 3 | Quiz/HW | |
| 14 | Belts: Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | Exercises/HW | |
| 15 | Gear: Type, Consideration, Design, Application and selection. | 3 | PBL/Report & Presentation | |
| สอบประจำภาค: วัน DDDD ที่ DD MMMM พ.ศ. YYYY | | | | |

70% PBL Coursework = 20% Exercises and Homework
 = 35% PBL activities in class
 = 15% Quiz

30% Final Examination = 30% Design principles and selection of standard mechanical parts: Fastener screws, rivets, welds, springs, bearings, power screws, belts, gears

Note: Multiple-choice questions must compete with COE's examination bank on Machine Parts Design.

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วน ของ การ ประเมิน |
|------------|---|---|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | <p>3. ด้านทักษะทางปัญญา</p> <p>(1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล</p> <p>(2) สามารถคิด วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นของปัญหาและความต้องการ</p> <p>(3) สามารถแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>(5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบวิชาชีพ</p> | <p>การสอบ</p> <p>- การสอบประจำภาค</p> | 16 | 35 |
| 2 | <p>1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม</p> <p>(1) เข้าใจในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และ ซื่อสัตย์สุจริต</p> <p>(2) มีระเบียบวินัย รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม</p> <p>(5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพ วิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน</p> | <p>การสอบ</p> <p>ผลการทดสอบย่อย/ Pre-test, Post-test, Quiz</p> | | 20 |
| 3 | <p>2. ด้านความรู้</p> <p>(1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนงานการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยี</p> <p>(2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม</p> <p>(3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>(4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น</p> <p>4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ</p> <p>(5) มีความสำนึกต่อความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน และการรักษาสภาพแวดล้อมต่อสังคม</p> <p>5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>(1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี</p> <p>(2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงผลสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์</p> | <p>การเรียนรู้ในห้องเรียน</p> <p>- กิจกรรม PBL</p> <p>- เทคนิคการสื่อสาร</p> <p>- เทคนิคการนำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</p> <p>- การทำงานเป็นทีม</p> <p>- การทำแบบฝึกหัด/ การบ้าน</p> <p>- การทำงานที่ได้รับมอบหมาย</p> <p>- การตรงต่อเวลา</p> <p>- ความซื่อสัตย์</p> <p>- ความสามัคคี</p> <p>- ความมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม</p> <p>- การบริหารจัดการ</p> <p>- Google Classroom</p> | <p>ตลอด ภาค การศึกษา</p> | 45 |
| รวม | | | | 100% |

- หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะความรับผิดชอบหลัก (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- 1.1 คันทพจน์ ศรีสถิตย์, พื้นฐานกลศาสตร์ของแข็งและการออกแบบเครื่องจักรกล: Basic Mechanics of Solids and Machine Design. พิมพ์ครั้งที่ 1., กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด มิน เซอร์วิส ซัพพลาย, 2563.
- 1.2 Richard G. Budynas and J. Keith Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design. 10th ed., Singapore: McGraw Hill, 2015.
- 1.3 V. B. Bhandari, Design of Machine Elements. 4th ed., New Delhi: McGraw Hill, 2017.
- 1.4 Robert C. Juvinall and Kurt M. Marshek, Fundamentals of Machine Component Design. 6th ed., New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2017.
- 1.5 Robert L. Norton, Machine Design: An Integrated Approach. 4th ed., New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010.
- 1.6 Ansel C. Ugural, Mechanical Design: An Integrated Approach. 2nd ed., New York: McGraw-Hill, 2015.
- 1.7 Robert L. Mott, Edward M. Vavrek, Jyhwen Wang, Machine Elements in Mechanical Design. 6th ed., New York: Pearson, 2018.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- 2.1 วรวิทย์ อิงภรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 2., กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537.
- 2.2 วรวิทย์ อิงภรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2., กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2542.

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- 3.1 บรรเลง ครนิล และ สมนึก วัฒนศรีกุล, ตารางคู่มืองานโลหะ. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดย การประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

- 3.1
- 3.2
- 3.3

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

การกำหนดกรอบและแผนการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชา

เพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาไปของมหาวิทยาลัยฯ ทางคณะกรรมการวิชาการประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงได้กำหนดหมวดองค์ความรู้ขึ้นใหม่ ซึ่งสอดคล้องสัมพันธ์กับองค์ความรู้ตามกรอบ TQF เดิมนั้นคือ

K. Knowledge/Knowhow (ตรงกับ TQF2: ด้านความรู้)

A. Analytical thinking/Problem solving skills (ตรงกับ TQF3: ด้านทักษะทางปัญญา)

P. Practical skill (ตรงกับ TQF3: ด้านทักษะทางปัญญา)

I. Innovative/Creative thinking (ตรงกับ TQF3: ด้านทักษะทางปัญญา)

S. Soft skills (Communication, Presentation, Teamwork/Cooperation, Responsibility, Report, etc.) (ตรงกับ TQF4: ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ TQF5: ด้านการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ดังนั้นรายวิชานี้จึงมีตารางการประเมินผลการเรียนรู้และสัดส่วนการให้คะแนนประจำวิชาดังนี้

| วิธีการประเมินผล การเรียนรู้ | K (%) | A (%) | P (%) | I (%) | S (%) | Total (%) | วัดผลเนื้อหาความรู้ |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|---|
| Final exam | 18 | 12 | - | - | 5 | 35 | ครั้งที่ 7-15 |
| Pre-test, Post-test, MiniTest | 9 | 5 | 2 | 2 | 2 | 20 | ครั้งที่ 1-15 |
| Classroom activities: PBL | 12 | 10 | 8 | 7 | 8 | 45 | กิจกรรมที่ 1-7 มีเกณฑ์ประเมินผลดังตาราง Outcome-based Assessment (ครั้งที่ 1-15) |
| Total | 39 | 27 | 10 | 9 | 15 | 100 | |

ผู้จัดทำ
.....
(อาจารย์คันทพจน์ ศรีสถิตย์)
xx / MM / YYYY

ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน

ผู้อนุมัติ
.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วายุ ช่างเจริญ)
xx / MM / YYYY

ผู้บริหารสาขาวิชา

396
รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4



ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ .....วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี..... |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0352 ชื่อวิชา เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery)
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ผศ.ดร.วโย ช้างเจริญ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
 - 4.2 _____ (Section) (สอนครั้งที่ _____, % ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 1 / XXXX ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0210 ชื่อวิชา กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics)
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงงาน | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
10. สื่อการสอน

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> โปรเจ็กเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต | <input type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) | |
| <input type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง _____ <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) |
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) |
| <input checked="" type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning) | |

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ X เดือน XXXXX พ.ศ. XXXX

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ทราบถึงทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหล เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ กังหันไฮดรอลิก เครื่องอัดอากาศ เครื่องเป่าอากาศ และกังหันแก๊ส

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหล เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ กังหันไฮดรอลิก เครื่องอัดอากาศ เครื่องเป่าอากาศ และกังหันแก๊ส

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน __ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (- ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| ○ | | | | | ● | | | | | ● | | | | ● | | | | | ● | ○ | | | ○ | ● | | | | | | |

หมายเหตุ * ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหลได้
- (2) ประยุกต์ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหลกับเครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยงได้
- (3) อธิบายเครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบได้
- (4) ประยุกต์ทฤษฎีเครื่องจักรกลของไหลกับกังหันไฮดรอลิกได้
- (5) วิเคราะห์และคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องอัดอากาศได้
- (6) วิเคราะห์และคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องเป่าอากาศได้
- (7) วิเคราะห์และคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับกังหันแก๊สได้

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|--|--|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (4) สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม | <input type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับ คุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการ และทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำงานแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|---|---|
| | | <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึก ประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | |
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | (1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหา ความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทาง องค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำ โครงงานพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการ คิดวิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถาม กระตุ้นในการคิด <input checked="" type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการ สืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบ ที่มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ ความรู้ <input type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของ นักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบใน การพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง และ สอดคล้องกับทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง | <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับ มอบหมาย/การบ้าน <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และ เพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรม การทำงานเป็นทีมจาก ผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |
| 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | (5) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้ สัญลักษณ์ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ ในการเรียนการ สอน ได้แก่ <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มี ภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการ เรียนการสอนบน ตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรม เฉพาะทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้ นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จากเว็บไซต์/สื่อ อิเล็กทรอนิกส์ <input checked="" type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบ คำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบ ที่มีการวิเคราะห์เชิง ตัวเลข/การสื่อสาร/ เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงาน ของนักศึกษาผ่านการใช้ งาน E-Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|------------------------|---|---|------------------|
| | | ได้รับมอบหมายโดยเน้นการ วิเคราะห์เป็นตัวเลข และการ สื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะความรับผิดชอบหลัก

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0352 ชื่อวิชา เครื่องจักรกลของไหล (Fluid Machinery)ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--|--|--------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1 | บทนำ ประเภทเครื่องจักรกลของไหล คำจำกัดความที่สำคัญ | 3 | ทำแบบฝึกหัด | A: ผศ.ดร.วาโย ช่างเจริญ |
| 2 | หลักการทำงานและการคำนวณภาระเบื้องต้นของเครื่องจักรกลของไหล | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 3 | โมเมนต์และแรงกระทำต่อใบพัดเนื่องจากการดลทฤษฎีพื้นฐานของเครื่องจักรกลของไหล | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 4 | เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 5 | เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง (ต่อ) | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 6 | เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 7 | เครื่องสูบน้ำชนิดลูกสูบ (ต่อ) | 3 | ทำแบบฝึกหัด, การทดสอบย่อย 1 | |
| สอบกลางภาค ที่ พ.ศ. เวลา..... น. | | | | |
| 8 | เครื่องกังหันไฮดรอลิก | 3 | ทำแบบฝึกหัด | A: ผศ.ดร.วาโย ช่างเจริญ |
| 9 | เครื่องกังหันไฮดรอลิก(ต่อ) | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 10 | เครื่องอัดอากาศ | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 11 | เครื่องอัดอากาศ (ต่อ) | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 12 | เครื่องเป่าอากาศ | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 13 | เครื่องเป่าอากาศ (ต่อ) | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 14 | เครื่องกังหันแก๊ส | 3 | ทำแบบฝึกหัด | |
| 15 | เครื่องกังหันแก๊ส (ต่อ) | 3 | ทำแบบฝึกหัด, การทดสอบย่อย 2 | |
| สอบประจำภาค ที่ พ.ศ. เวลา..... น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|---|----------------------------------|--|
| 1 | (4) สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม | 1. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย | ตลอดภาคการศึกษา | 10 % |
| 2 | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และ เศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการ | 1. การทดสอบย่อย 2. การสอบ - การทดสอบย่อยส่วนกลางภาค - การสอบประจำภาค (ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี) | ตลอดภาคการศึกษา 9 16 | 20% 25% 30% |
| 3 | (1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ | 1. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ | (ตามข้อที่ 2) | (รวมอยู่ในข้อที่ 2) |
| 4 | (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง และสอดคล้องกับวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง | 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย/การบ้าน 2. การประเมินตนเอง และเพื่อน | ตลอดภาคการศึกษา | 15% |
| 5 | (5) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย 3. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี | ตลอดภาคการศึกษา (ตามข้อที่ 2) | (รวมอยู่ในข้อที่ 4) (รวมอยู่ในข้อที่ 2) |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. AT Sayers, Hydraulics and Compressible Flow Turbo-Machine, McGraw-Hill _____
2. ผศ.ดร.สุธรรม นียมวาส และ บัญญัติ นียมวาส, เครื่องจักรกลของไหล, บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

1. William W. Pang, Fundamental of turbo machinery, willey _____
2. Yunus A. Cengel and John M. Cimbala Fluid mechanics, McGraw-Hill _____

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ

2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

3.1 ปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับผลการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหารภาควิชา/คณะ (Management Review)

3.2 นำผลจากการจัดทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Management, KM) เกี่ยวกับการเรียนการสอนมาปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป

3.3 นำผลจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย (MUT Conference) หรือผลการประชุม/สัมมนาวิชาการภายนอกเกี่ยวกับการเรียนการสอนมาปรับปรุงการสอนในครั้งต่อไป

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
(_____) (_____)
____/____/____ ____/____/____



รายละเอียดของรายวิชา

F - AAO - 002

(มคอ. 3)

แก้ไขครั้งที่ 4

ภาคการศึกษา...XXX...ปีการศึกษา...XXXX...

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0360 ชื่อวิชา การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ (Section A/LEC) (สอนครั้งที่ 1-15, 100%)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ ภาคการศึกษา X/256X ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษา และชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0111 ชื่อวิชา พลศาสตร์วิศวกรรม (Engineering Dynamics)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)
- การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 - บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____
- วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ระบบที่มีหนึ่งอันดับอิสระ: การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก การสั่นสะเทือนแบบปิดตัว วิธีของระบบสมมูล การสั่นสะเทือนแบบอิสระ การสั่นสะเทือนแบบบังคับ วิธีงานเสมือน การสั่นสะเทือนของระบบที่มีการหน่วง การวัดการสั่นสะเทือน การสั่นสะเทือนแบบอิสระ และแบบบังคับของระบบการสั่นหลายอันดับอิสระ การลดและการควบคุมการสั่นสะเทือน

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความ สัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | |
| ○ | ● | | | | ○ | ○ | ● | ● | ● | | ● | | | | ● | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | | | ○ | | ● | | | | | | | | ○ | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่ยารายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

1. วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์ (Newtonian and Virtual work method)
2. เข้าใจแนวคิดของวิธีระบบสมมูล
3. เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนอย่างอิสระ
4. เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนการสั่นแบบบังคับ
5. การประยุกต์ใช้งานทฤษฎีการสั่นสะเทือนทางกล
6. วิเคราะห์และสร้างแบบจำลองทางพลศาสตร์ของระบบหลายอันดับอิสระ
7. เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนอย่างอิสระ
8. เข้าใจทฤษฎีของระบบการสั่นสะเทือนการสั่นแบบบังคับ
9. ประยุกต์ใช้งานทฤษฎีการสั่นสะเทือนทางกล

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา MECH0360 ชื่อวิชา การสั่นสะเทือนทางกล
 ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|---|---------------|---------------------------|------------------------|
| 1 | ทบทวนคณิตศาสตร์, Engineering Dynamics | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ |
| 2 | ระบบ 1 อันดับอิสระ และ สมการอนุพันธ์การเคลื่อนที่ของระบบต่าง ๆ | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 3 | การสั่นสะเทือนแบบอิสระของระบบ 1 อันดับชนิดไม่มีตัวหน่วง | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 4 | การสั่นสะเทือนแบบอิสระของระบบ 1 อันดับชนิดมีตัวหน่วงแบบของเหลวหนืด | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 5 | การสั่นสะเทือนแบบอิสระของระบบ 1 อันดับ ชนิดมีตัวหน่วงแบบของเหลวหนืด (ต่อ) | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 6 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับของระบบ 1 อันดับชนิดไม่มีตัวหน่วง ด้วยแรงกระตุ้นฮาร์โมนิก | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 7 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับของระบบ 1 อันดับชนิดมีตัวหน่วง ด้วยแรงกระตุ้นฮาร์โมนิก | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 8 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับด้วยฐานเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ |
| 9 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับด้วยแรงแปรผันกับความถี่กำลัง 2 | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 10 | เครื่องมือวัดความสั่นสะเทือน, Seismometer, Accelerometer | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 11 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับด้วยแรงกระตุ้นฮาร์โมนิก หลายความถี่ และภายใต้แรงกระตุ้นใดๆ | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 12 | ระบบหลายอันดับอิสระ Free Body Diagram และ สมการอนุพันธ์การเคลื่อนที่ | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 13 | การสั่นสะเทือนของระบบหลายอันดับอิสระ | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 14 | การสั่นสะเทือนของระบบหลายอันดับแบบบังคับภายใต้แรงแบบฮาร์โมนิก | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |
| 15 | การควบคุมการสั่นสะเทือน | 3 | การบ้าน/ สบย่อย | |

- หมายเหตุ** 1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
 2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
 3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|---|---|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 2.1 | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 16 | 25% 35% |
| 2 | 2.1 | ผลการทดสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด/ การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/ งานเดี่ยว) | 1-15 | 40% |
| 3 | | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. Mechanical Vibrations, 3rd Edition, SINGIRESU G. RAO, Addison-Wesley

2. เอกสารประกอบการสอนโดยอาจารย์ผู้สอน

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- ไม่มี

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- ไม่มี



รายละเอียดของรายวิชา

(มคอ. 3)

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002

แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี.. |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0362 ชื่อวิชา การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ _____ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
 - รศ.ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ _____ (Section B) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาคการศึกษา XXXX ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0220 ชื่อวิชา อุณหพลศาสตร์
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงการงาน | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input checked="" type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
10. สื่อการสอน

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> โปสเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดทดลอง/ชุดสาธิต | <input checked="" type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input checked="" type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) | |
| <input type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง _____ | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ |
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) |
|---|--|

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ XX เดือน XXXX พ.ศ. XXXX

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

หลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน หลักการความต้านทานความร้อน สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม การนำความร้อนสภาวะคงตัว สมการทั่วไปของการนำความร้อนในพิกัดต่างๆ ที่มีและไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อนภายใน การถ่ายเทความร้อนผ่านครีบบ การนำความร้อนสภาวะไม่คงตัว หลักการพาความร้อน การพาความร้อนแบบอิสระและแบบบังคับ การไหลภายนอกด้วยการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การไหลภายในด้วยการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การถ่ายเทความร้อนของกุ่มท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การเดือดและการควบแน่น ประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การคำนวณเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน กระบวนการและสมบัติการแผ่รังสีความร้อน การแผ่รังสีความร้อนระหว่างพื้นผิว การพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6..... | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ○ | ● | | ● | ● | ● | ○ | | | ● | | | ○ | ● | | | ● | ○ | | ● | | ○ | | ○ | | | | | |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning outcome):

- เข้าใจพื้นฐานการถ่ายเทความร้อนด้วยกลไกต่างๆ
- เข้าใจหลักการวางจรรยาบรรณด้านความร้อน
- รู้จักสมการทั่วไปของการนำความร้อนในพิกัดต่างๆ
- ประยุกต์ใช้ความรู้ของการถ่ายเทความร้อนเพื่อหาอัตราการนำความร้อนภายใต้สภาวะคงตัว
- ประยุกต์ใช้ความรู้ของการถ่ายเทความร้อนผ่านครีบบระบายความร้อน
- เข้าใจหลักการนำความร้อนในสภาวะไม่คงตัว
- เข้าใจหลักการและความแตกต่างของการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับรวมถึงการเดือดและการควบแน่น
- เข้าใจความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนในช่วงการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน
- รู้จักชนิดและหลักการของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน
- ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาขนาดของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

- (11) เข้าใจพื้นฐานของการแผ่รังสีความร้อน
 (12) ประยุกต์ใช้ความรู้ของการแผ่รังสีความร้อนในการแก้ปัญหาอย่างง่าย
 (13) เข้าใจหลักการของการพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0362 ชื่อวิชา การถ่ายเทความร้อน
 ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|---|---------------|--|--|
| 1 | หลักการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน หลักการ ความต้านทานความร้อน ความต้านทานความร้อน ของการนำและการพาความร้อน ผ่านผนังและท่อ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม | 3 | ตัวอย่าง: การหาความต้านทานความร้อนรวม และอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังหลายชั้น การบ้าน: คำนวณห้ออัตราการถ่ายเทความร้อน ผ่านผนังหลายชั้น | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์ เรื่องศักดิ์ |
| 2 | การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อ การนำความร้อนสถานะคงตัว สมการทั่วไปของการ นำความร้อนในพิกัดฉาก ที่มีและไม่มีแหล่งกำเนิด ความร้อนภายใน | 3 | ตัวอย่าง: 1. การหาความต้านทานความร้อนรวม และอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังท่อ 2. การหาการกระจายอุณหภูมิภายในผนัง การบ้าน: คำนวณห้ออัตราการถ่ายเทความร้อน ผ่านผนังท่อหลายชั้น | |
| 3 | สมการทั่วไปของการนำความร้อนในพิกัด ทรงกระบอกที่มีและไม่มีแหล่งกำเนิดความร้อน ภายใน | 3 | ตัวอย่าง: การหาการกระจายอุณหภูมิภายใน ทรงกระบอก การบ้าน: การกระจายอุณหภูมิในวัตถุ ทรงกระบอก สอบย่อย: การห้ออัตราการถ่ายเทความร้อนผ่าน ผนังหลายชั้น | |
| 4 | การถ่ายเทความร้อนผ่านครีป ชนิดของครีป การหา อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านครีป สมรรถนะและ ประสิทธิภาพของครีป | 3 | ตัวอย่าง: การถ่ายเทความร้อนผ่านครีป การกร กระจายอุณหภูมิในครีป และสมรรถนะของครีประบาย ความร้อน งานมอบหมาย: ให้นักศึกษาไปออกแบบครีป ระบายตามที่กำหนด | |
| 5 | การนำความร้อนสถานะไม่คงตัว การคำนวณวิธี ความจุความร้อนแบบลัมพ์ การตรวจสอบตัวเลขไบ ออท และการคำนวณด้วยวิธีวัตถุก้อนตัน การใช้ Gauss's error function | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณการถ่ายเทความร้อนใน สภาวะไม่คงตัวด้วยวิธีความจุความร้อนแบบลัมพ์ และวิธีวัตถุก้อนตัน การบ้าน: การถ่ายเทความร้อนในสภาวะไม่คงตัว | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|--|---------------|---|---|
| 6 | หลักการพาความร้อน การพาความร้อนแบบอิสระ และแบบบังคับ กฎความหนืดของนิวตัน การไหลบนแผ่นเรียบ พฤติกรรมการไหลของของไหล ตัวเลขเรย์โนลด์์ ชั้นขอบเขตของความเร็ว การกระจายความเร็ว สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานและแรงฉุด | 3 | สอบย่อย: การถ่ายเทความร้อนผ่านครีบริบายความร้อน หรือการถ่ายเทความร้อนในสถานะไม่คงตัว การบ้าน: การหาความเค้นเฉือนและสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนพื้นผิวเรียบ | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ |
| 7 | ชั้นขอบเขตของความร้อน การกระจายอุณหภูมิในชั้นขอบเขต สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ความสำคัญของตัวเลขเรย์โนลด์์และการไหลปั่นป่วน | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณหาความเค้นเฉือนและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนในชั้นขอบเขต การบ้าน: การกระจายความเร็วและอุณหภูมิบนแผ่นเรียบและหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อน | |
| สอบกลางภาค วันxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx – xxxx น. | | | | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--|---|---------------|---|---|
| 8 | สมการอนุกรมมูล โมเมนตัมและพลังงานของการไหลบนแผ่นเรียบแบบราบเรียบ ความหมายของตัวแปรไร้มิติที่สำคัญ ผลเฉลยในชั้นขอบเขตของการไหลบนแผ่นเรียบแบบราบเรียบ ความหนาของชั้นขอบเขต สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน และสัมประสิทธิ์การพาความร้อน | 3 | ตัวอย่าง: การประยุกต์ใช้สมการอนุกรมมูล โมเมนตัมและพลังงานและหาการกระจายความเร็ว การกระจายอุณหภูมิ และสัมประสิทธิ์การพาความร้อน รวมถึงอัตรา การถ่ายเทความร้อน การบ้าน: ให้นักศึกษาทำความเข้าใจกายภาพของสมการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการไหลบนแผ่นเรียบ | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ รศ.ดร.ประसान สถิตย์เรืองศักดิ์ |
| 9 | การไหลแบบปั่นป่วนบนแผ่นเรียบ ความคล้ายคลึงของการถ่ายเทความร้อนและโมเมนตัม ความคล้ายคลึงเรย์โนลด์ของการไหลแบบปั่นป่วน ความคล้ายคลึงเรย์โนลด์-โคลเบิร์น | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณหาการพาความร้อนบนแผ่นเรียบภายใต้เงื่อนไขพลัสความร้อนที่ สอบย่อย: การพาความร้อนบนแผ่นเรียบ | |
| 10 | การพาความร้อนบนแผ่นเรียบภายใต้เงื่อนไขพลัสความร้อนคงที่ ความหนาของชั้นขอบเขตความเร็วแบบปั่นป่วน การพาความร้อนแบบบังคับในท่อ | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณหาการพาความร้อนบนแผ่นเรียบที่มีการไหลแบบราบเรียบและปั่นป่วน การบ้าน: คำนวณการพาความร้อน | |
| 11 | การวิเคราะห์การพาความร้อนแบบบังคับในท่อที่มีการไหลแบบราบเรียบ สัมประสิทธิ์การพาความร้อนในท่อแบบราบเรียบและปั่นป่วน | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณหาการพาความร้อนในท่อภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิผิวคงที่และพลัสความร้อนคงที่ | |
| 12 | ความสัมพันธ์ในทางปฏิบัติสำหรับการพาความร้อนแบบบังคับในท่อ การไหลผ่านทรงกระบอกและทรงกลม การถ่ายเทความร้อนของการไหลผ่านกลุ่มท่อรูปแบบต่างๆ | 3 | ตัวอย่าง: การใช้สมการความสัมพันธ์ในทางปฏิบัติกับการไหลผ่านทรงกระบอก การคำนวณการถ่ายเทความร้อนผ่านกลุ่มท่อ | |
| 13 | อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลตามและไหลสวนทาง การถ่ายเทความร้อนที่มีการเปลี่ยนสถานะ การเดือดและการควบแน่น วิธีการคำนวณแบบ LMTD และ NTU-E | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนอย่างง่ายด้วยวิธี LMTD และ NTU-E สอบย่อย: การพาความร้อนในท่อ | |
| 14 | การแก้ปัญหาของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ปัญหา Sizing และ Rating | 3 | ตัวอย่าง: การออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในทางปฏิบัติ งานมอบหมาย: ให้นักศึกษาไปออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตามที่กำหนด | |
| 15 | กระบวนการและสมบัติการแผ่รังสีความร้อน วัตถุประสงค์ ค่า แพกเตอร์การมองเห็น การแผ่รังสีความร้อนระหว่างพื้นผิว การพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณหาแพกเตอร์การมองเห็น ค่าสภาพการแผ่รังสี การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างพื้นผิว และการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนร่วมกับการแผ่รังสีความร้อน | |
| สอบประจำภาค วันxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx – xxxx น. | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|------------|---|---|----------------------------|----------------------|
| 1 | ความรู้และทักษะทาง ปัญญา | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค - การสอบย่อย | 8 16 3,6,9,13 | 25% 40% 15% |
| 2 | คุณธรรม จริยธรรม ความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ ทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การ สื่อสาร และ การใช้ เทคโนโลยี | การทำงานที่ได้รับมอบหมาย - การบ้าน - การออกแบบคิริบรรยาย ความร้อน - การออกแบบเครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อน | ตลอดภาคการศึกษา 4 14 | 10% 5% 5% |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. ตำราการถ่ายเทความร้อน พิมพ์ครั้งที่ 3 โครงการตำรามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2. Heat Transfer, PK, Nag, Tata-McGraw Hill

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ



รายละเอียดของรายวิชา

(มคอ. 3)

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002

แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี.. |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0363 ชื่อวิชา วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง (Power Plant Engineering)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ _____ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
 - รศ.ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ _____ (Section B) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาคการศึกษา XXXX ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0220 ชื่อวิชา อุณหพลศาสตร์
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงการ | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input checked="" type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
- สื่อการสอน

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> โพรเจกเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต | <input checked="" type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แถบบันทึกภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input checked="" type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นซีดี เป็นต้น) | |
| <input type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง _____ | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ |
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) |
| <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) | <input type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) |
| <input checked="" type="checkbox"/> การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning) | |

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

บูรณาการกับการวิจัย

บูรณาการกับการบริการวิชาการ

บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ XX เดือน XXXX พ.ศ. XXXX

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่ 1 และ 2 ทางอุณหพลศาสตร์ หลักการแปลงรูปพลังงาน ตัวประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้า โรงจักรต้นกำลังพลังไอน้ำ การวิเคราะห์พลังงานของวัฏจักรพลังไอน้ำ อุณหภูมิเฉลี่ยของการให้ความร้อน การให้ความร้อนเข้ากับไอน้ำ รีเจนเนอเรชัน การอุ่นน้ำป้อนและเครื่องอุ่นน้ำป้อน เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิด โคเจนเนอเรชัน กังหันไอน้ำ โรงจักรต้นกำลังกังหันแก๊ส การวิเคราะห์พลังงานของวัฏจักรกังหันแก๊ส การปรับปรุงสมรรถนะของวัฏจักรกังหันแก๊ส โรงไฟฟ้าวัฏจักรร่วม วัฏจักรไอคู่ วัฏจักรควบสาม โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ โรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ โรงไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพ

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6..... | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| | ○ | | | ● | ● | ● | ○ | ○ | ● | ● | | ○ | ○ | ● | ○ | | ● | ○ | | | | ○ | | ○ | | | | | | | | | | |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning outcome):

- (1) เข้าใจพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของโรงไฟฟ้าและหลักการเปลี่ยนรูปพลังงาน
- (2) อธิบายความสำคัญของตัวประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้า
- (3) อธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ และอุณหภูมิเฉลี่ยในการให้ความร้อน
- (4) ประยุกต์ใช้ความรู้ทางอุณหพลศาสตร์กับเครื่องอุ่นน้ำป้อนของโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (5) รู้จักประเภทของกังหันไอน้ำและระบบโคเจนเนอเรชัน
- (6) อธิบายวิธีการเพิ่มสมรรถนะของวัฏจักรโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท
- (7) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (8) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการคำนวณปัญหาเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (9) อธิบายหลักการทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส
- (10) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส

- (11) รู้จักการทำงานของโรงไฟฟ้าวัฏจักรรวมและโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ
- (12) ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของวัฏจักรโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ
- (13) เข้าใจหลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์และโรงไฟฟ้าจากแก๊สชีวภาพ

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0363 ชื่อวิชา วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง
ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|---------------|--|---|
| 1 | แนะนำเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าและหลักการเปลี่ยนรูปพลังงาน ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ข้อที่ 1 และ 2 สมบัติของสาร วัฏจักรคาร์โนต์ เอนโทรปี | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงพลังงานโดยใช้พื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ การบ้าน: การทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์ เรืองศักดิ์ |
| 2 | เศรษฐศาสตร์โรงไฟฟ้า ตัวประกอบที่สำคัญของโรงไฟฟ้า กราฟภาระไฟฟ้า กราฟแสดงความยาวนานในการใช้ไฟฟ้า | 3 | ตัวอย่าง: ค่าความเกี่ยวกับตัวประกอบของตัวประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวกับโรงไฟฟ้า การบ้าน: ค่าความหาตัวประกอบของโรงไฟฟ้า | |
| 3 | การวิเคราะห์วัฏจักรไอน้ำ วัฏจักรแรงดัน วัฏจักรคาร์โนต์ และอุณหภูมิลดลงของการให้ความร้อน ผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อประสิทธิภาพของวัฏจักรไอน้ำ | 3 | ตัวอย่าง: ประสิทธิภาพของวัฏจักรไอน้ำที่ทำงานภายใต้สภาวะต่างๆ การบ้าน: วัฏจักรแรงดัน และวัฏจักรคาร์โนต์ สอຍຍ: การหาตัวประกอบต่างๆ ของโรงไฟฟ้า | |
| 4 | การให้ความร้อนซ้ำ การรีเจนเนอเรชัน การอุ่นน้ำป้อน เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด หลักการทำงานและการวิเคราะห์ เครื่องไล่ฟองแก๊ส | 3 | ตัวอย่าง: วัฏจักรไอน้ำที่มีการให้ความร้อนซ้ำและวัฏจักรที่มีการอุ่นน้ำป้อนด้วยเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบเปิด การบ้าน: วัฏจักรไอน้ำที่มีการอุ่นน้ำป้อนและให้ความร้อนซ้ำ | |
| 5 | เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบายกลับหลัง หลักการทำงานและการวิเคราะห์พลังงานของเครื่องอุ่นน้ำป้อน อุณหภูมิต่างๆ ปลายทาง | 3 | ตัวอย่าง: วัฏจักรไอน้ำที่มีเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบายกลับหลัง การบ้าน: วัฏจักรไอน้ำที่มีการอุ่นน้ำป้อนด้วยเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบายกลับหลัง | |
| 6 | เครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบายไปข้างหน้า การทำวัฏจักรแรงดันเข้าใกล้วัฏจักรคาร์โนต์ รีเจนเนอเรชันที่เหมาะสม | 3 | ตัวอย่าง: วัฏจักรไอน้ำที่มีเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบายไปข้างหน้า และรีเจนเนอเรชันที่เหมาะสม การบ้าน: วัฏจักรไอน้ำที่มีการอุ่นน้ำป้อนด้วยเครื่องอุ่นน้ำป้อนแบบปิดชนิดส่งน้ำระบายไปข้างหน้า | |

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|---------------|---|---|
| 7 | เครื่องไล่ฟองแก๊ส ระบบผลิตกำลังงานและความร้อนร่วมหรือโคเจนเนอเรชัน ประเภทของระบบโคเจนเนอเรชัน ชนิดของกังหันไอน้ำ | 3 | ตัวอย่าง: ระบบโคเจนเนอเรชันของวัฏจักรไอน้ำ สอຍຍ: วัฏจักรไอน้ำที่มีการอุ่นน้ำป้อนด้วยเครื่องอุ่นแบบเปิด การบ้าน: ระบบโคเจนเนอเรชัน งานมอบหมาย: ออกแบบระบบโคเจนเนอเรชันตามที่กำหนด | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์ เรืองศักดิ์ |

สอบกลางภาค วันxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx – xxxx น.

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--|---|---------------|--|---|
| 8 | การวิเคราะห์วัฏจักรกังหันแก๊ส วัฏจักรเปิดและวัฏจักรปิด วัฏจักรกังหันแก๊สอย่างง่าย และวัฏจักรที่มีการปรับปรุงสมรรถนะ | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณประสิทธิภาพของวัฏจักรกังหันแก๊สอย่างง่าย การบ้าน: วัฏจักรกังหันแก๊สอย่างง่ายและวัฏจักรที่มีการปรับปรุงสมรรถนะ | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธิยานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ |
| 9 | วัฏจักรกังหันแก๊สที่มีการหล่อเย็นอากาศอัด วัฏจักรที่มีการอุ่นอากาศอัด และวัฏจักรที่มีการให้ความร้อนซ้ำ | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณประสิทธิภาพของวัฏจักรที่มีการอุ่นอากาศอัด | |
| 10 | วัฏจักรกังหันแก๊สที่มีการให้ความร้อนซ้ำ วัฏจักรที่มีการให้ความร้อนซ้ำและอุ่นอากาศอัด | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณประสิทธิภาพของวัฏจักรที่มีการให้ความร้อนซ้ำและอุ่นอากาศอัด สอบย่อย: วัฏจักรกังหันแก๊สที่มีการอุ่นอากาศอัดและ/หรือให้ความร้อนซ้ำ การบ้าน: วัฏจักรกังหันแก๊สที่มีการให้ความร้อนซ้ำ | |
| 11 | วัฏจักรกังหันแก๊สจริง สมบัติสแตกเนชัน ประสิทธิภาพเครื่องอัดและกังหัน อัตราส่วนเชื้อเพลิงต่ออากาศในการเผาไหม้ | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณประสิทธิภาพของวัฏจักรกังหันแก๊สจริงที่มีประสิทธิภาพของกังหันและเครื่องอัด | |
| 12 | วัฏจักรผลิตกำลังร่วม วัฏจักรไอคู่ วัฏจักรควบ วัฏจักรร่วม โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส-กังหันไอน้ำ ข้อดีของโรงไฟฟ้ากำลังผลิตร่วม | 3 | งานมอบหมาย: ออกแบบวัฏจักรกังหันแก๊สตามที่กำหนดให้ | |
| 13 | วัฏจักรที่มีการผลิตไอน้ำหลายความดัน โรงไฟฟ้า วัฏจักรร่วมที่มีการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง | 3 | ตัวอย่าง: วัฏจักรผลิตกำลังร่วมระหว่างไอน้ำและสารทำความเย็น การบ้าน: วัฏจักรผลิตกำลังร่วม | |
| 14 | การวิเคราะห์พลังงานของโรงไฟฟ้าวัฏจักรกังหันแก๊สและวัฏจักรกังหันไอน้ำ | 3 | ตัวอย่าง: วัฏจักรผลิตกำลังร่วมระหว่างกังหันแก๊สและกังหันไอน้ำ งานมอบหมาย: ออกแบบวัฏจักรผลิตกำลังร่วมตามที่กำหนดให้ | |
| 15 | โรงไฟฟ้าวัฏจักรแรงดันอินทรีย์ และรูปแบบของโรงไฟฟ้าแก๊สชีวภาพ | 3 | | |
| สอบประจำภาค วันxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx – xxxx น. | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|--|----------------------------------|--------------------------|
| 1 | ความรู้และทักษะทาง ปัญญา | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค - การสอบย่อย | 8 16 3,7,10 | 25% 40% 15% |
| 2 | คุณธรรม จริยธรรม ความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ | การทำงานที่ได้รับมอบหมาย - การบ้าน - ออกแบบระบบโคเจนเนอเรชัน - ออกแบบวัฏจักรกังหันแก๊ส ตามที่กำหนด - ออกแบบวัฏจักรผลิตกำลัง ร่วมตามที่กำหนด | ตลอดภาคการศึกษา 7 12 14 | 10% 5% 5% |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. วิศวกรรมโรงจักรต้นกำลัง พิมพ์ครั้งที่ 3, ประสาน สติത്യเรืองศักดิ์ และ จุฑินต์ย์ เมธิยานนท์ มินเซอร์วิศฯพพลาย
2. Power Plant Engineering, PK, Nag, Tata-McGraw Hill

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ



ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2568

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0401 ชื่อวิชา ระบบควบคุมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (Robotic Control System and Artificial Intelligent)
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร _____ สาขาวิชา _____
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ดร. วิวัฒน์ ประเสริฐมานะกิจ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15, 100% ต่อ Section)
 - 4.2 _____ (Section _____) (สอนครั้งที่ _____, _____ % ต่อ Section)
 - 4.3 _____ (Section _____) (สอนครั้งที่ _____, _____ % ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร _____ ภาคการศึกษา _____ ชั้นปีที่เรียน _____
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MATH2101 ชื่อวิชา คณิตศาสตร์ที่จำเป็นในงานวิศวกรรม
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงงาน
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แถบบันทึกภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

บูรณาการกับการวิจัย

บูรณาการกับการบริการวิชาการ

บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1.1 ศึกษาและออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติแบบพีไอดี _____

1.2 การประยุกต์หลักการระบบควบคุม เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบหุ่นยนต์ และระบบปัญญาประดิษฐ์ _____

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย _____

2.2 _____

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) _____ การออกแบบระบบควบคุมแบบพีไอดี การควบคุมแบบดิจิทัล การคำนวณกรอบอ้างอิงของหุ่นยนต์ จลนคณิตศาสตร์แขนงแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับ การควบคุมตำแหน่งแขนหุ่นยนต์ และระบบปัญญาประดิษฐ์ _____

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

● บรรยาย _____ 45 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 3 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

● การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน _____ - _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 0 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

● การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง _____ 90 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 6 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

● การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ - _____ (_____ - _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม _____ 3 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยทำการแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก

○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ○ | ○ | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ○ | | ● | | | ○ | | ● | | ○ | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) เข้าใจผลตอบสนองของระบบพลวัต
- (2) สามารถออกแบบระบบควบคุมที่โอดีแบบระบบต่อเนื่องทางเวลา
- (3) สามารถแปลงระบบระบบต่อเนื่องทางเวลาเป็นระบบไม่ต่อเนื่องทางเวลา
- (4) คำนวณหาค่ารอบอ้างอิงของหุ่นยนต์ได้
- (5) คำนวณหาค่าตำแหน่งของหุ่นยนต์ด้วยวิธีจลนคณิตศาสตร์แขนงกลแบบไปข้างหน้าและแบบย้อนกลับ
- (6) ออกแบบระบบควบคุมตำแหน่งของหุ่นยนต์
- (7) สามารถควบคุมระบบควบคุมผ่านระบบเครือข่ายไร้สายและอินเทอร์เน็ตได้
- (8) สามารถโปรแกรมระบบควบคุมแบบปัญญาประดิษฐ์

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|--|---|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัยและความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น /ตัวอย่าง ที่เกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่นการลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงงาน <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงงาน <input type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำงานแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|--|---|
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการ ปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่าง เหมาะสม ในการพัฒนาวัตกรรมหรือต่อ ยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์ (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหา ความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลง ทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำโครงงาน พิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิด วิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถามกระตุ้น ในการคิด <input type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการ สืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มี การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของ นักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | (4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความ รับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัว และทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและ ผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถ วางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความ รับผิดชอบ | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับ มอบหมาย/การบ้าน <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และ เพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรม การ ทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |
| 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้ อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ | <input type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มี ภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียน การสอนบนตัวกลาง <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรม เฉพาะ ทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input checked="" type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้ นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จาก เว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <input type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ ได้รับมอบหมายโดยเน้นการ วิเคราะห์เป็นตัวเลข และการ สื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบ คำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มี การวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การ สื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของ นักศึกษาผ่านการใช้งาน E- Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0401 ชื่อวิชา Robotic Control System and Artificial Intelligence

ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2568

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|-----------------------------------|---------------|--------------------------|--------|
| 1 | Introduction to Automatic Control | 3 | Pre-Test | |
| 2 | PID Controller Design | 3 | Homework | |
| 3 | Digital control | 3 | Homework/Exercise | |
| 4 | Introduction to Robotics | 3 | Homework | |
| 5 | Robot Reference Frame | 3 | Homework | |
| 6 | Forward Kinematic | 3 | Homework/Exercise | |
| สอบกลางภาค วัน _____ ที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ เวลา _____ | | | | |
| 7 | Invert Kinematic | 3 | Homework/Exercise | |
| 8 | Forward and Inverse Kinematic | 3 | Homework/Test | |
| 9 | robot position control | 3 | Homework | |
| 10 | robot position control (Con.) | 3 | Homework/Exercise | |
| 11 | Controller Programming | 3 | Homework | |
| 12 | Controller Programming (Con.) | 3 | Homework | |
| 13 | IOT Programming | 3 | Homework/Exercise | |
| 14 | AI Programming | 3 | Homework/Exercise | |
| 15 | Project | 3 | Competition | |
| สอบประจำภาค วัน _____ ที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____ เวลา _____ | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|--|--|---------------------|--------------------------|
| 1 | (2.1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2.2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (2.3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (2.4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (5.3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ | ทำการทดสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | - 16 | - 30 |
| 2 | (3.1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี (3.2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ (3.4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ในการพัฒนานวัตกรรมหรือต่อยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์ (3.5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ (4.4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ | - การทดสอบย่อย - การทำแบบฝึกหัด (งานเดี่ยว) | ตลอดภาค การศึกษา | 50 10 |
| 3 | (1.5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย - แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | 10 |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- Modern Control Engineering, Katsuhiko Ogata.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
 (_____) (_____)
 ____/____/____



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี.. |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0410 ชื่อวิชา แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม (Mechatronics and Control systems)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ (Section A/LEC) (สอนครั้งที่ 8-15, 53%)
 - อ.วชิรวิทย์ สงสุวรรณ (Section A/LEC) (สอนครั้งที่ 1-7, 47%)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ ภาคการศึกษา X/256X ชั้นปีที่เรียน 3
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษา และชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0360 ชื่อวิชา การสั่นสะเทือนทางกล (Mechanical Vibration)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงงาน การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดการทรัพยากร การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลปบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)
- การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 - บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____
- วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

แมคคาทรอนิกส์เบื้องต้น: ตัวรับรู้สัญญาณและเครื่องมือวัด อุปกรณ์กระตุ้นเชิงกลและไฟฟ้า สัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล, ไมโครคอนโทรลเลอร์, การควบคุมอัตโนมัติ แบบจำลองของระบบพลศาสตร์ ฟังก์ชันถ่ายโอน การตอบสนองของระบบพลวัต การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงเวลา เสถียรภาพของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ การวิเคราะห์เชิงความถี่

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความ สัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ○ | ● | ○ | | ○ | ● | ● | ○ | | ● | ● | | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ● | ○ | ○ | ○ | | | | | |

หมายเหตุ * ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

1. เข้าใจระบบแมคคาทรอนิกส์เบื้องต้นและการประยุกต์ใช้งาน
2. เข้าใจอุปกรณ์การวัด การกระตุ้นในระบบแมคคาทรอนิกส์
3. เข้าใจลักษณะ และประเภทของสัญญาณแอนะล็อกและดิจิทัล
4. เข้าใจระบบไมโครคอนโทรลเลอร์พื้นฐาน
5. เข้าใจแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบพลศาสตร์
6. สร้างฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบพลศาสตร์
7. เข้าใจการตอบสนองของระบบพลศาสตร์และการออกแบบเชิงเวลา
8. เข้าใจหลักการเสถียรภาพเชิงพลศาสตร์
9. เข้าใจการวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงพลศาสตร์โดยวิธี Routh-Hurwitz
10. เข้าใจการวิเคราะห์เชิงความถี่
11. วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุม PID เบื้องต้น

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา MECH0410 ชื่อวิชา แมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม
 ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|--------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | Introduction to mechatronics | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | อ.วชิรวิทย์ สงสุวรรณ |
| 2 | Sensor and transducers | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 3 | Mechanical and electrical actuating devices | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 4 | Analog and digital signals | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 5 | Introduction to microcontroller | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 6 | Data acquisition | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 7 | Mechatronic system – control architectures and case studies | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 8 | Mathematical modeling Laplace transforms and transfer functions | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | ดร.เสถียรพงศ์ หุยนันท์ |
| 9 | 1st order systems and characteristics, 2nd order systems and characteristics, Performance of 2nd order systems | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 10 | System stability, Routh-Hurwitz stability criterion | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 11 | Routh-Hurwitz stability criterion (continue) | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 12 | Root locus analysis and design | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 13 | Root locus analysis and design (continue) | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 14 | Frequency response analysis: Bode diagram, Gain and phase margins | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |
| 15 | Gain and phase compensation, PID Control | 3 | การบ้านและ สอบย่อย | |

- หมายเหตุ** 1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
 2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
 3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|---|---|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 2.1 | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 16 | 25% 35% |
| 2 | 2.1 | ผลการทดสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด/ การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/ งานเดี่ยว) | 1-15 | 40% |
| 3 | | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

1. Dorf, R.C. and Bishop, R.H., Modern Control Systems, Addison Wesley 2007

2. Introduction to Mechatronics and Measurement Systems

3. เอกสารประกอบการสอนโดยผู้สอน

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- ไม่มี

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- ไม่มี

รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4



ภาคการศึกษา ปีการศึกษา

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา ...วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ ...วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี..... |

ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0443 ชื่อวิชา คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design)

2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (2 - 2 - 5)

3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

• รายวิชาของหลักสูตร

เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

หลายหลักสูตร

• หมวดวิชา

วิชาศึกษาทั่วไป

วิชาเฉพาะ

วิชาเลือก

• ประเภทของหมวดวิชา

วิชาบรรยาย

วิชาปฏิบัติการ

อื่นๆ _____

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)

4.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรวุฒิ สังวรกาญจน์ (Section A.Lec.Lab) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)

4.2 อาจารย์รัตกาล สมัน (Section A.Lab) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)

4.3 อาจารย์ วชิรวิทย์ สงสุวรรณ (Section A.Lab) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาคการศึกษา xxxxx ชั้นปีที่เรียน 2

หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร

6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) รหัสวิชา MECH0340 ชื่อวิชา การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Machine Parts Design)

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)

8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

การทำรายงาน

การทำวิจัย/การทำโครงการ

การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์

การทำงานเป็นกลุ่ม

การอภิปราย/การสัมมนา

การประชุมปฏิบัติการ

การจัดนิทรรศการ

การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน

การศึกษาดูงาน

การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น

อื่นๆ (ระบุ) _____

10. สื่อการสอน

โปรเจ็กเตอร์

คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์

ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)

11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

ระบบ E-Learning

โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว

การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)

โปรแกรมเฉพาะทาง solidworks

อื่นๆ (ระบุ) _____

12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียน

การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล แนวคิดกระบวนการออกแบบเครื่องกล รายละเอียดของแบบชิ้นส่วนทางเครื่องกล และสามารถโปรแกรมสำเร็จรูปเขียน ชิ้นส่วน 3D, การเขียนภาพประกอบ และกำหนดรายละเอียดแบบสั่งงาน

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

2.2 เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้และทักษะ ในการออกแบบเชิงกลของผู้เรียน พื้นฐานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD) และมีความรู้ความเข้าใจในงานการออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสม

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล แนวคิดกระบวนการออกแบบเครื่องกล รายละเอียดของแบบชิ้นส่วนทางเครื่องกล การแสดงฉายภาพมุมมองต่างๆ มาตรฐานของแบบและการกำหนดขนาด การกำหนดพิถีพิถันงาน การกำหนดคุณลักษณะผิว การกำหนดขนาด และพิถีพิถันเพื่อเชิงมิติ (GD&T); การอ่านและเขียนแบบงานท่อ และการกำหนดสัญลักษณ์งานเชื่อม การเขียนแบบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ชิ้นส่วน 3D, การเขียนภาพประกอบ และกำหนดรายละเอียดแบบสั่งงาน)

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 30 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติ การ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน 30 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

หมายเหตุ*อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทาง ปัญญา | | | | | 4. ทักษะความ สัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการ วิเคราะห์ เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยี สารสนเทศ | | | | | 6. | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ○ | | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | ○ | ● | ○ | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) จดจำกฎและข้อกำหนดพื้นฐานของการเขียนแบบเครื่องกล
- (2) เข้าใจการฉายภาพชิ้นส่วนในรูปแบบต่างๆ
- (3) ระบุขนาดและพิกัดความเผื่อในแบบเครื่องกล
- (4) อ่านและตีความองค์ประกอบของแบบเครื่องกล
- (5) ระบุขนาดและพิกัดความเผื่อในเชิงมิติ (GD&T)
- (6) ตระหนักถึงข้อกำหนดของแบบตามมาตรฐานสากล
- (7) เข้าใจหลักการพื้นฐานคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบงานเครื่องกล
- (8) เข้าใจการใช้คำสั่งในการเขียนชิ้นส่วนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
- (9) กำหนดการประกอบชิ้นส่วนและการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน
- (10) ระบุขนาดและพิกัดความเผื่อในเชิงมิติ (GD&T) ในแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป
- (11) ทักษะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเขียนแบบที่ใช้สำหรับการสั่งผลิต

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0443 ชื่อวิชา คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล (Computer Aided Mechanical Design)

ภาคการศึกษา xxx ปีการศึกษา xxxx

1. แผนการสอนบรรยาย

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|---------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | Introduction to SolidWorks | 3 | Practice \| Test | ผศ.สรารุณี สัจวรกาญจน์ |
| 2 | Basic Parts with Sketch-Base Design | 3 | Practice \| Test | |
| 3 | Basic Parts with Feature-Base Design | 3 | Practice \| Test | |
| 4 | Basic Parts with Feature-Base Design | 3 | Practical Test | |
| 5 | Basic Assembly with Constraints | 3 | Practice \| Test | |
| 6 | Basic Assembly with Constraints | 3 | Practice \| Test | |
| 7 | Assembly Analysis and Exploding Drawing | 3 | Practice \| Test | |
| 8 | Basic Drafting with Dimensioning and Notes | 3 | Practice \| Test | |
| 9 | Basic Sections and Geometric Dimensioning and Tolerancing | 3 | Practice \| Test | |
| 10 | Create Template with Part and Drawing sheet format | 3 | Practice \| Test | |
| 11 | Insert standard part with Liberty toolbox and Online part (Internet) | 3 | Practical Test | |
| 12 | Create Springs, Power Screws, and Spur Gears | 3 | Practice \| Test | |
| 13 | Create Belts and Chains | 3 | Practice \| Test | |
| 14 | Basic Weldment Works with Structural member | 3 | Practice \| Test | |
| 15 | Group Project Defense | 3 | Practice \| Test | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการสอนปฏิบัติ

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/ อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|--|--|---------------|---------------------------|---|
| 1 | Introduction to SolidWorks | 3 | Practice \| Test | 1.ผศ.สรวิชัย สัจจกุล 2.อาจารย์รัตติกาล สมั่น 3.อาจารย์ วชิรวิทย์ สงสุวรรณ |
| 2 | Basic Parts with Sketch-Base Design | 3 | Practice \| Test | |
| 3 | Basic Parts with Feature-Base Design | 3 | Practice \| Test | |
| 4 | Basic Parts with Feature-Base Design | 3 | Practical Test | |
| 5 | Basic Assembly with Constraints | 3 | Practice \| Test | |
| 6 | Basic Assembly with Constraints | 3 | Practice \| Test | |
| 7 | Assembly Analysis and Exploding Drawing | 3 | Practice \| Test | |
| 8 | Basic Drafting with Dimensioning and Notes | 3 | Practice \| Test | |
| 9 | Basic Sections and Geometric Dimensioning and Tolerancing | 3 | Practice \| Test | |
| 10 | Create Template with Part and Drawing sheet format | 3 | Practice \| Test | |
| 11 | Insert standard part with Liberty toolbox and Online part (Internet) | 3 | Practical Test | |
| 12 | Create Springs, Power Screws, and Spur Gears | 3 | Practice \| Test | |
| 13 | Create Belts and Chains | 3 | Practice \| Test | |
| 14 | Basic Weldment Works with Structural member | 3 | Practice \| Test | |
| 15 | Group Project Defense | 3 | Practice \| Test | |
| สอบประจำภาค วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา..... -น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|--|-----------------------|--------------------------|
| 1 | (3) ภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม ความสามารถทำงานเป็นหมู่คณะ ความสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ ความเคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งความเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ (5) จรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบการวิชาชีพ รวมถึงความเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน | การสอบ - 2.5hr. Computer Practical Test - 2.5hr. Midterm Examination - 2.5hr. Summative Test - 3.0hr. Final Examination | 7 8 12 17 | 15% 15% 15% 20% |
| 2 | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้ | กิจกรรมในชั้นเรียน - Group Project Assignment | 7,13-15 | 35% |
| 3 | (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในสาขาวิชาชีพมาสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม (2) สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการแก้ไขสถานการณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนทั้งของตนเองและของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม (3) วางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาองค์ความรู้ของตนเอง และทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง (4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ | | | |
| 4 | (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงผลตีพิมพ์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้ | | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่วิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก**(ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

เอกสารและตำราหลัก

- เอกสารประกอบการสอน Computer Aided Mechanical Design (Lab)

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

_____ - Modern Graphics Communication (F.E. Giesecke)

_____ - Basic blueprint reading and sketching (C.T. Olivo)

_____ - Engineering Design: A Project-based Introduction (C.L. Dym, P. Little, and E.J. Orwin)

_____ - มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 210, การเขียนแบบเครื่องกล)

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษาดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ

2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชาและหลังการออกผลการเรียนรายวิชาโดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆเช่นผลงานของนักศึกษาผลการทดสอบย่อยผลการสอบกลางภาคผลการสอบประจำภาคโดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชาเพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร(Management Review)ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรวุฒิ สังวรกาญจน์)

_____/_____/_____

ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาโย ช่างเจริญ)

_____/_____/_____



ภาคการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2564

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา MECH0444 ชื่อวิชา คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรมเครื่องกล
2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต 3 (2 - 2 - 5)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 ผศ.ดร.ฐิติชพล หุยนันทน์ (Section A) (สอนครั้งที่ 1~7, 53% ต่อ Section _____)
 - 4.2 ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ (Section A) (สอนครั้งที่ 8~15, 47% ต่อ Section _____)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วศ.บ. (เครื่องกล) ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน 4
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0443 ชื่อวิชา คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบเชิงกล
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการงาน การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แถบบันทึกภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง SolidWorks Premium อื่นๆ (ระบุ) Online Meeting และ Google Classroom
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้อินศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
- (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ __XX__ เดือน __MMMM__ พ.ศ. __256X__

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามประมวลการสอน _____
- 1.2 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงหลักการของคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกลที่สามารถนำมาช่วยในสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ทางด้านความยืดหยุ่น พลวัต การไหล และการถ่ายเทความร้อน _____
- 1.3 เพื่อให้ศึกษามีความเข้าใจหลักการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกลเพียงพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์ไปได้ _____

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) _____ การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมเครื่องกล หลักการของโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาช่วยในสร้างและจำลองเพื่อหาคำตอบและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ทางด้านความยืดหยุ่น พลวัต การไหล และการถ่ายเทความร้อน _____

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย __45__ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (__3__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน __45__ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (__3__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง __75__ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (__5__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (__-__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- 3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม __1__ ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | ● | ○ | | ○ | ● | ● | ○ | ● | ● | ○ | | | ○ | | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | ● | | ● |

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) อธิบายสมการพื้นฐานของความยืดหยุ่นและพลวัต
- (2) อธิบายระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาความยืดหยุ่นและพลวัต
- (3) ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาความยืดหยุ่นและพลวัต
- (4) ตระหนักถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาความยืดหยุ่นและพลวัต
- (5) อธิบายสมการพื้นฐานของการไหลและการถ่ายเทความร้อน
- (6) อธิบายระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับปัญหาการไหลและการถ่ายเทความร้อน
- (7) ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาการไหลและการถ่ายเทความร้อน
- (8) ตระหนักถึงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแก้ปัญหาการไหลและการถ่ายเทความร้อน

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|---|--|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (3) ภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตามสามารถทำงานเป็นหมู่คณะสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ ความเคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งความเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น |
| 2. ความรู้ | (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชา เฉพาะด้านทางวิศวกรรม (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาคและประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--------------------|--|--|---|
| 3. ทักษะ | (1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล | <input checked="" type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา | <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของนักศึกษา |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ทางปัญญา | | <input checked="" type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input checked="" type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์ | <input checked="" type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) <u>สอบปฏิบัติที่ต้องแสดงการคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล</u> |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | <p>(2) สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการแก้ไขสถานการณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนทั้งของตนเองและของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม</p> <p>(4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม ตลอดจนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย / การบ้าน <input checked="" type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงาน เป็นทีมจากผลงาน |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | <p>(1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี</p> <p>(2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์</p> <p>(3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ</p> <p>(5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้</p> | <input checked="" type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม / อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาคและประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข <input checked="" type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งานระบบ E-Learning <input checked="" type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) <u>สอบปฏิบัติที่ต้องแสดงทักษะการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม</u> |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ **ความรับผิดชอบหลัก**

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

**รหัสวิชา MECH0444 ชื่อวิชา ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล
ภาคการศึกษาที่ X ปีการศึกษา 256X**

1. แผนการสอน

บรรยาย

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|---|--------------|---|-----------------------------|
| 1 | การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นใน 2 มิติ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | ผศ.ดร.ฐิตะพล หุยนันท์ |
| 2 | การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นในแผ่นบาง | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 3 | การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นในแผ่นบาง (ต่อ) | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 4 | การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นใน 3 มิติ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด มอบหมายงาน ครั้งที่ 1 | |
| 5 | การวิเคราะห์เชิงพลวัตในแผ่นบาง | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 6 | การวิเคราะห์เชิงพลวัตในแผ่นบาง (ต่อ) | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 7 | การวิเคราะห์ความเสียหายในแผ่นบาง | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| สอบกลางภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |
| 8 | การวิเคราะห์ปัญหาความร้อน | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 9 | การวิเคราะห์ปัญหาความร้อน (ต่อ) | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 10 | การวิเคราะห์ความเค้นจากอุณหภูมิ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 11 | การวิเคราะห์ความเค้นจากอุณหภูมิ (ต่อ) | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด มอบหมายงาน ครั้งที่ 2 | |
| 12 | การวิเคราะห์การไหลแบบไม่อัดตัว | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 13 | การวิเคราะห์การไหลแบบไม่อัดตัว (ต่อ) | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 14 | การวิเคราะห์การไหลแบบอัดตัวได้ | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| 15 | การวิเคราะห์การไหลแบบอัดตัวได้ (ต่อ) | 3 | บรรยาย และทำแบบฝึกหัด | |
| สอบประจำภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

รหัสวิชา MECH0444 ชื่อวิชา ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล
ภาคการศึกษาที่ X ปีการศึกษา 256X

ปฏิบัติการ

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--|---|--------------|--|-----------------------------|
| 1 | ปัญหาความเค้นในระนาบของแผ่นบางเจาะรู | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | ผศ.ดร.สุตะพล ทยะนันท์ |
| 2 | ปัญหาการโก่งแผ่นสี่เหลี่ยม | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 3 | ปัญหาความแข็งแรงของเหล็กฉาก | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 4 | ปัญหาความแข็งแรงของชิ้นส่วน | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สอบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 1 | |
| 5 | ปัญหาการสั่นของแผ่นบาง | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 6 | ปัญหาความถี่การสั่นของล้อฟันเฟือง | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 7 | ปัญหาความล้าในเหล็กแผ่นโครงสร้าง | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สอบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 2 | |
| สอบกลางภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |
| 8 | ปัญหาแผ่นสี่เหลี่ยมกำหนดอุณหภูมิที่ขอบทั้งสี่ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 9 | ปัญหาการระบายความร้อนใน 3 มิติ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 10 | ปัญหาความเค้นจากอุณหภูมิในแผ่นบาง | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 11 | ความเค้นเนื่องจากความร้อนในลูกปืนดาภายใน | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สอบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 3 | |
| 12 | ปัญหาการไหลหมุนวนในช่องสี่เหลี่ยม | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 13 | ปัญหาการไหลของน้ำในระบบท่อ | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 14 | ปัญหาการไหลผ่านพื้นเอียง | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ | |
| 15 | ปัญหาการไหลผ่านทรงกระบอก | 3 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ สอบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 4 | |
| สอบประจำภาค วัน DDDD ที่ XX เดือน MMMM พ.ศ. 256X เวลา XX.XX ~ XX.XX น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
4. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชา มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
5. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|---|--|---|
| 1.3 | ภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม ความสามารถทำงานเป็นหมู่ คณะ ความสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ ความเคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้ง ความเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | การมอบหมายงาน - การมอบหมายงาน ครั้งที่ 1 - การมอบหมายงาน ครั้งที่ 2 การปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ - การสอบปฏิบัติการ ครั้งที่ 1 - การสอบปฏิบัติการ ครั้งที่ 2 - การสอบปฏิบัติการ ครั้งที่ 3 - การสอบปฏิบัติการ ครั้งที่ 4 การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค กิจกรรมในชั้นเรียน - การติดตามเนื้อหาการเรียนรู้ - การทำแบบฝึกหัด - การมีส่วนร่วมอภิปราย และ แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน | 4 12 4 7 12 16 8 17~18 ตลอดภาค การศึกษา | 5% 5% 7% 8% 7% 8% 20% 30% 10% |
| 2.2 | มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิง ทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทาง วิศวกรรม | | | |
| 2.3 | สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ใน ศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง | | | |
| 2.5 | สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการ ประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้ | | | |
| 3.1 | มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล | | | |
| 4.2 | สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการแก้ไขสถาน- การณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนทั้งของ ตนเองและของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม | | | |
| 4.4 | มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการใช้องค์ความรู้พื้นฐานที่ เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนานวัตกรรมหรือต่อยอด องค์ความรู้จากเดิมได้ | | | |
| 5.1 | มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้อง กับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี | | | |
| 5.2 | มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้ อย่างสร้างสรรค์ | | | |
| 5.3 | สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ | | | |
| 5.5 | สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้ | | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จาก
หลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)

2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

- “Theoretical Manual, SolidWorks Simulation”, Dassault Systèmes SolidWorks, Co., 2016, pp.114.

- “Technical Reference, SolidWorks Flow Simulation”, Dassault Systèmes SolidWorks, Co., 2016, pp.114.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

- ไม่มี -

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- ปราโมทย์ เดชะอำไพ & เสกฐาวรธ สุจริตวัฒน์สกุล, “การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโซลิดเวิร์กส์”, ดิอีทีไอ, 2560, 281 หน้า

- วสันต์ จันทร์หยวก, “เทคนิคการใช้งานวิเคราะห์การไหลด้วย Solidworks Flow Simulation”, แอปพลิเคชัน, 2559, 199 หน้า

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ

2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และ หลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และ คณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4



ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ .....วิศวกรรมศาสตร์..... |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0456 ชื่อวิชา การออกแบบระบบท่อสำหรับอาคาร(Design of Building Piping Systems)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ดร. นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ _____ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)
- ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน 4
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
- รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0210 ชื่อวิชา กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics)
- รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
- สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
- ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงการ การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) _____
- สื่อการสอน
 - โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แถบบันทึกภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
- การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____
- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชา มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อผู้เรียนได้เข้าใจถึง ระบบท่อต่างๆ ภายในอาคารได้ _____
 1.2 สามารถออกแบบระบบท่อภายในอาคารได้เช่น การกำหนดขนาดท่อ การหาขนาดของปั๊ม _____
 1.3 _____

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย _____
 2.2 _____
 2.3 _____

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ระบบประปา ระบบท่อในอาคาร การหาขนาดท่อ การออกแบบระบบปั๊ม ระบบท่อก๊าซ การเพิ่มความดันของน้ำในท่อ ระบบระบายน้ำฝน ระบบท่อดับเพลิง ระบบท่อน้ำร้อน ระบบท่อน้ำ

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- 3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบ
 ในคาบแรกของการสอน
 3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | |
| | ○ | ● | | | ● | | ● | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

หมายเหตุ * ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) ประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์และมาตรฐานระบบท่อและหลักการการออกแบบระบบท่อ
- (2) วิเคราะห์ระบบท่อประปาสำหรับอาคาร การหาอัตราความต้องการใช้น้ำ
- (3) ออกแบบระบบท่อประปา โดยมีความรู้ความเข้าใจระบบการเพิ่มความดันของน้ำในท่อ
- (4) ออกแบบระบบท่อระบายน้ำและระบายก๊าซ
- (5) ออกแบบระบบระบายน้ำฝน
- (6) หาขนาดของเครื่องสูบน้ำหมุนเวียน การออกแบบระบบท่อน้ำร้อน
- (7) มีความรู้ความเข้าใจกฎเกณฑ์แนวทางออกแบบระบบดับเพลิงตามเกณฑ์มาตรฐานของ NFPA การจำแนกระบบดับเพลิง
- (8) ออกแบบระบบดับเพลิงชนิดส้านสูบ ระบบโปรยน้ำฝอย
- (9) ออกแบบระบบพ่นน้ำฝอย ระบบน้ำยาสร้างฟองอากาศ ระบบดับเพลิงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- (10) ออกแบบระบบท่อไอน้ำ ระบบท่อไอกันตัว
- (11) สามารถหาความรู้เพิ่มเติมและนำเสนอระบบที่เกี่ยวข้องกับหม้อไอน้ำได้

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|---|--|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (2) มีระเบียบวินัย รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | <input type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับ คุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|---|--|--|
| 2. ความรู้ | (1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องตลอดจนการสร้างนวัตกรรม ทางเทคโนโลยี (2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | (1) มีความคิดอย่างมีหลักการและเหตุผล (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำโครงการพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการคิดวิเคราะห์ <input checked="" type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถามกระตุ้นในการคิด <input type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ความรู้ <input type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของนักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | (2) สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการแก้ไขสถานการณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนทั้งของตนเองและของกลุ่ม ได้อย่างเหมาะสม | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับมอบหมาย/การบ้าน <input type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และเพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรมการทำงานเป็นทีมจากผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|---|--|
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรม เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องได้ | <input type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว <input type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียนการสอนบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรมเฉพาะทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม/อภิปราย <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งาน E-Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะความรับผิดชอบหลัก

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____
ภาคการศึกษา _____ ปีการศึกษา _____

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--|--|---------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | กฎเกณฑ์และมาตรฐานระบบท่อ, หลักการ การออกแบบระบบท่อ | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 2 | ระบบท่อประปาสำหรับอาคาร, การหาอัตรา ความต้องการใช้น้ำ | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 3 | การออกแบบระบบท่อประปา | 3 | บรรยาย , คำถามท้ายบท | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 4 | ระบบการเพิ่มความดันของน้ำในท่อ | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 5 | การออกแบบระบบถังน้ำสูง, ระบบการเพิ่ม ความดันในเส้นท่อโดยตรง, ระบบถังอัด แรงดัน | 3 | บรรยาย , คำถามท้ายบท | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 6 | การออกแบบระบบท่อระบายน้ำและระบา อากาศ | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 7 | การออกแบบระบบระบายน้ำฝน | 3 | บรรยาย , คำถามท้ายบท | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 8 | ระบบท่อน้ำร้อน, การหาขนาดของเครื่องสูบ น้ำหมุนเวียน | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| สอบกลางภาค วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา..... -น. | | | | |
| 9 | การออกแบบระบบท่อน้ำร้อน, การหาขนาด ของอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 10 | กฎเกณฑ์แนวทางออกแบบระบบดับเพลิง การจำแนกระบบดับเพลิง | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 11 | การออกแบบระบบดับเพลิงชนิดसानสูบ, ระบบโปรยน้ำฝอย | 3 | บรรยาย , คำถามท้ายบท | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 12 | การออกแบบระบบดับเพลิง พ่นน้ำฝอย, ระบบน้ำยาสร้างฟองอากาศ | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 13 | การคำนวณท่อรับความดัน การออกแบบ ระบบดับเพลิงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ | 3 | บรรยาย , คำถามท้ายบท | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 14 | ระบบหม้อไอน้ำ, การออกแบบระบบท่อไอน้ำ | 3 | บรรยาย | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| 15 | การออกแบบระบบท่อไอลั่นตัว | 3 | บรรยาย , คำถามท้ายบท | ดร.นิวัติ พิริยะรุ่งโรจน์ |
| สอบประจำภาค วัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา.....น. | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|---|-------------------|--------------------------|
| 1 | (2) มีระเบียบวินัย รับผิดชอบตนเองและสังคม ปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กร และสังคม | 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่ง งานที่ได้รับมอบหมาย ตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา | ตลอดภาคการศึกษา | 5% |
| 2 | (1) มีความรู้และความเข้าใจพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการสร้างนวัตกรรม ทางเทคโนโลยี (2) รู้และเข้าใจในเชิงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาสาระของวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น | 2. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค ด้วยข้อสอบ ที่วัดความรู้ในหลักการ และทฤษฎี 5. การประเมินผลการ ทำแบบฝึกหัด | 9 16 | 25% 30% |
| 3 | (2) สามารถแสดงความคิดเห็นประเด็นต่างๆ ในการ แก้ไขสถานการณ์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้งแสดง จุดยืนทั้งของตนเองและของกลุ่มได้อย่างเหมาะสม | 1. การประเมินงานที่ได้รับ มอบหมาย/การบ้าน | | 40% |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จาก หลักสูตรสุราษฎร์วิทยา (Curriculum Mapping) เฉพาะ ความรับผิดชอบหลัก (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

_____ การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร(DESIGN OF PLUMBING SYSTEMS)

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

_____ Piping Systems & Pipeline ASME B31 Code Simplified_McGraw-Hill
_____ Engineering and Design - Conduits, Culverts, and Pipes

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
 (_____) (_____)
 ___/___/___ ___/___/___

การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม
 (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อทราบถึงลักษณะการทำงานของระบบการปรับอากาศและระบบการทำความเย็นโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ _____
 1.2 เพื่อทราบถึงการออกแบบระบบการปรับอากาศที่ใช้งานในปัจจุบัน _____
 1.3 _____

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย _____
 2.2 _____

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำความเย็นและสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ระบบอัดไอที่ปรับปรุงและพัฒนาขึ้น วัฏจักรทำความเย็น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของระบบ สารทำความเย็นและคุณสมบัติ การทำความเย็นแบบระเหยและหวัระบายความร้อน การทำความเย็นแบบดูดกลืน การคำนวณภาระทำความเย็นของระบบทำความเย็น การทำเยือกแข็งอาหาร การปรับอากาศ การประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ การกระจายลมและการออกแบบระบบท่อลม _____

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 90 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ (_____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

- 3.1 อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน
 3.2 _____

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6. | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| | | ● | | | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | ● | | ● | ● | | ● | | | | | | | | | | | | | |

หมายเหตุ *ในกรณีที่มีรายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตร

สู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น
- (2) อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น
- (3) คำนวณสมรรถนะของระบบทำความเย็น
- (4) ความปลอดภัยในการใช้งานระบบทำความเย็น
- (5) บอกคุณสมบัติของอากาศชั้นในกระบวนการทางอากาศพื้นฐาน
- (6) อธิบายกระบวนการปรับอากาศ
- (7) ประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ
- (8) ออกแบบระบบปรับอากาศโดยใช้แผนภาพไซโครเมตริก
- (9) บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ในระบบกระจายลม
- (10) อธิบายหลักการในการออกแบบท่อลมในระบบปรับอากาศ
- (11) เลือกขนาดท่อลมและกำลังของพัดลมในระบบกระจายลม

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|---------------------|---|--|---|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | (1) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัย และความตรงต่อเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. สอดแทรกประเด็น / ตัวอย่างที่เกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพในการเรียนการสอน <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินพฤติกรรม การเข้าเรียน และส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น การลอกผลงานของผู้อื่น <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 2. ความรู้ | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม (3) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (4) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การบรรยาย <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input type="checkbox"/> 3. การทำงานกลุ่ม <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอผลงาน <input type="checkbox"/> 5. การสัมมนา <input checked="" type="checkbox"/> 6. การทำรายงาน <input type="checkbox"/> 7. การทำวิจัย/การทำโครงการ <input type="checkbox"/> 8. การประชุมปฏิบัติการ <input type="checkbox"/> 9. การศึกษาดูงาน <input type="checkbox"/> 10. การจัดนิทรรศการ <input type="checkbox"/> 11. การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ <input type="checkbox"/> 12. การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น <input type="checkbox"/> 13. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การทดสอบย่อย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การสอบกลางภาค และประจำภาค ด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี <input type="checkbox"/> 3. การสอบปฏิบัติ <input type="checkbox"/> 4. การสอบโครงการ <input checked="" type="checkbox"/> 5. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|---|--|
| 3. ทักษะ ทางปัญญา | (1) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และ สรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ | <input type="checkbox"/> 1. การให้นักศึกษาทำ โครงงานพิเศษ <input type="checkbox"/> 2. การอภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การวิเคราะห์กรณีศึกษา <input type="checkbox"/> 4. การสอนโดยใช้ Mind Map <input type="checkbox"/> 5. การสอนแบบสะท้อนคิด <input type="checkbox"/> 6. การสอนโดยใช้เทคนิคการ คิดวิเคราะห์ <input type="checkbox"/> 7. การสอนโดยใช้คำถาม กระตุ้นในการคิด <input type="checkbox"/> 8. การสอนโดยใช้กระบวนการ สืบค้น (Inquiry Process) <input type="checkbox"/> 9. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การสอบกลางภาค และ ประจำภาค โดยมีข้อสอบ ที่มีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้ ความรู้ <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินผลงานของ นักศึกษา <input type="checkbox"/> 3. อื่นๆ (ระบุ) |
| 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล และ ความรับผิดชอบ | (1) สามารถเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นในการ แก้ไขสถานการณ์เชิงสร้างสรรค์ทั้งส่วนตัว และส่วนรวม พร้อมทั้งแสดงจุดยืนอย่าง พอเหมาะทั้งของตนเองและของกลุ่ม รวมทั้งให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก สะดวกในการแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่างๆ (2) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความ รับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัว และทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและ ผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถ วางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ (3) มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความ ปลอดภัยในการทำงาน และการรักษา สภาพแวดล้อมต่อสังคม | <input type="checkbox"/> 1. การจัดกิจกรรมกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 2. การมอบหมายงานกลุ่ม <input checked="" type="checkbox"/> 3. การมอบหมายงานเดี่ยว <input type="checkbox"/> 4. การนำเสนอรายงาน <input type="checkbox"/> 5. การจัดกิจกรรมเพื่อชุมชน <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ (ระบุ) | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินงานที่ได้รับ มอบหมาย/การบ้าน <input type="checkbox"/> 2. การประเมินตนเอง และ เพื่อน <input type="checkbox"/> 3. การประเมินพฤติกรรม การทำงานเป็นทีมจาก ผลงาน <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ) |

| มาตรฐาน การเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|--|--|--|
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | (1) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ | <input checked="" type="checkbox"/> 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 1) E-Learning <input type="checkbox"/> 2) โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว <input checked="" type="checkbox"/> 3) มีการจัดเก็บภาพการเรียนการสอนบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) <input type="checkbox"/> 4) มีการใช้โปรแกรมเฉพาะทาง (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 5) อื่นๆ (ระบุ)..... <input type="checkbox"/> 2. มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากเว็บไซต์/สื่ออิเล็กทรอนิกส์ <input type="checkbox"/> 3. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร <input type="checkbox"/> 4. อื่นๆ (ระบุ)..... | <input checked="" type="checkbox"/> 1. การประเมินผลจากตอบคำถาม/อภิปราย <input checked="" type="checkbox"/> 2. การประเมินจากการงานที่ได้รับมอบหมาย <input checked="" type="checkbox"/> 3. การสอบกลางภาค และประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี <input type="checkbox"/> 4. การประเมินการส่งงานของนักศึกษาผ่านการใช้งาน E-Learning <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ (ระบุ) |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะความรับผิดชอบหลัก

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0463 ชื่อวิชา การทำความเย็นและการปรับอากาศ
ภาคการศึกษา x ปีการศึกษา xxxx

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งาน มอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--------------------|--|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | แนะนำระบบทำความเย็นและระบบปรับอากาศ | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 2 | วัฏจักรการทำความเย็น | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 3 | ระบบทำความเย็นแบบอัดไอทั่วไปและสารทำความเย็น | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 4 | เครื่องอัดไอและเครื่องควบแน่น | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 5 | เครื่องขยายตัวและเครื่องระเหย | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 6 | ระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 7 | การประยุกต์ใช้ระบบทำความเย็นและความปลอดภัย | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| สอบกลางภาค | | | | |
| 8 | คุณสมบัติของอากาศชื้นและแผนภาพไซโครเมตริก | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 9 | แผนภาพไซโครเมตริกสำหรับกระบวนการทางอากาศ และเงื่อนไขความสบาย | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 10 | การประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 11 | การประเมินภาระทำความเย็นในระบบปรับอากาศ (ต่อ) | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 12 | การประยุกต์แผนภาพไซโครเมตริกสำหรับการออกแบบระบบปรับอากาศ | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 13 | การประยุกต์แผนภาพไซโครเมตริกสำหรับการออกแบบระบบปรับอากาศ (ต่อ) | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 14 | การออกแบบระบบท่อลมและการกระจายลม | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| 15 | การออกแบบระบบท่อลมและการกระจายลม (ต่อ) | 3 | คำถามท้ายบท | ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนะพิพัฒน์ |
| สอบประจำภาค | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|--|-----------------------|--------------------------|
| 1 | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 8 17 | 20 35 |
| 2 | (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม | ผลการทดสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) | ตลอดภาค การศึกษา | 35 |
| 3 | (1) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์ (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์ | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปรายแสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาค การศึกษา | 10 |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

_____ -Refrigeration and Air Conditioning, 3rd edition, C. P. Arora, McGraw-Hill

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

_____ - Handbook of Air-Conditioning System Design, Carrier Air Conditioning Company, McGraw-Hill

_____ - Refrigeration & Air-Conditioning, Wilbert F. Stoecker and Jerold W. Jones

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา ดำเนินการโดยการประเมินอาจารย์โดยนักศึกษาด้วยแบบประเมินการเรียนการสอน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

การเก็บข้อมูลเพื่อประเมินกลยุทธ์การสอน มีดังนี้

- 2.1 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ตามแนวทางที่กำหนดโดยคณะกรรมการวิชาการ
- 2.2 การประเมินคุณภาพการสอนของอาจารย์ในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ
- 2.3 การสุ่มตรวจการสอนของอาจารย์โดยผู้บริหารสาขาวิชา (ถ้ามี)

3. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ 2 จึงมีการปรับปรุงการสอนจากครั้งก่อน ดังนี้

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

มีการดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ทั้งในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา โดยการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาดำเนินการในระดับคณะ ซึ่งดำเนินการโดยการทวนสอบการให้คะแนนของอาจารย์ในส่วนต่างๆ เช่น ผลงานของนักศึกษา ผลการทดสอบย่อย ผลการสอบกลางภาค ผลการสอบประจำภาค โดยอาจารย์ผู้สอน ผู้บริหารสาขาวิชา คณบดี และคณะกรรมการกำกับมาตรฐานการวัดผลและประเมินผลการศึกษา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น โดยการดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาในการประชุมทบทวนของฝ่ายบริหาร (Management Review) ของภาควิชา/คณะ

ผู้จัดทำ _____ ผู้สอน/หัวหน้าคณะผู้สอน ผู้อนุมัติ _____ ผู้บริหารสาขาวิชา
 (ผศ.ดร.สมชาย ศรีพัฒนาพิพัฒน์) (ผศ.ดร.วาโย ช่างเจริญ)
 xx / xx / xxxx xx / xx / xxxx



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา .....วิศวกรรมเครื่องกล..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี.. |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MECH0465 ชื่อวิชา การออกแบบระบบทางความร้อน (Thermal System Design)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธียนนท์ _____ (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
 - รศ.ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ _____ (Section B) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100% ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาคการศึกษา XXXX ชั้นปีที่เรียน 4
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา MECH0220 ชื่อวิชา อุณหพลศาสตร์
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

| | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> การทำรายงาน | <input type="checkbox"/> การทำวิจัย/การทำโครงงาน | <input type="checkbox"/> การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ |
| <input checked="" type="checkbox"/> การทำงานเป็นกลุ่ม | <input checked="" type="checkbox"/> การอภิปราย/การสัมมนา | <input type="checkbox"/> การประชุมปฏิบัติการ |
| <input type="checkbox"/> การจัดนิทรรศการ | <input type="checkbox"/> การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน | <input type="checkbox"/> การศึกษาดูงาน |
| <input type="checkbox"/> การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
10. สื่อการสอน

| | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> โพรเจกเตอร์ | <input checked="" type="checkbox"/> คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์ |
| <input type="checkbox"/> ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต | <input checked="" type="checkbox"/> สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น) |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ | |
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

| | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> ระบบ E-Learning | <input checked="" type="checkbox"/> โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว |
| <input type="checkbox"/> การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) | |
| <input type="checkbox"/> โปรแกรมเฉพาะทาง _____ | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ) _____ |
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ XX เดือน XXXX พ.ศ. XXXX

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ กฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ การวิเคราะห์พลังงานกับอุปกรณ์ทางความร้อนในบางอุตสาหกรรม แก๊สอุดมคติและแก๊สผสม ไฮโดรเมตรี กระบวนการปรับอากาศ การวิเคราะห์พลังงานในกระบวนการปรับอากาศ การถ่ายเทความร้อนโดยการเดือดและการควบแน่น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การออกแบบชุดทดลองการปรับอากาศที่มีการปรับคืนพลังงาน การหาพิกัดของอุปกรณ์ต่างๆ ขดลวดความร้อน ชุดเพิ่มความชื้น คอยล์เย็น การออกแบบเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ การหาอัตราการระบายความร้อน การเลือกจำนวนท่อและการจัดวางท่อในเครื่องควบแน่น การหาขนาดปั๊มน้ำหล่อเย็น การออกแบบเครื่องทำความร้อนในที่พักอาศัย การออกแบบขดลวดความร้อน การเลือกพัดลม การออกแบบโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล การกำหนดจำนวนเครื่องยนต์ การหาขนาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบน้ำหล่อเย็น การหาขนาดปั๊มน้ำในระบบหล่อเย็น การวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | 6..... | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ○ | ○ | | | ○ | ● | ● | ● | ○ | ● | ● | ● | | | ○ | | | | | ● | ○ | | | ● | | | | | | |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning outcome):

- (1) เข้าใจหลักการทางอุณหพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบทางความร้อน
- (2) วิเคราะห์พลังงานของอุปกรณ์ในระบบทางความร้อนของอุตสาหกรรมบางประเภท
- (3) เข้าใจหลักการของแก๊สอุดมคติ แก๊สผสมอุมคติและกระบวนการปรับอากาศต่างๆ
- (4) ประยุกต์ความรู้ทางอุณหพลศาสตร์กับกระบวนการปรับอากาศต่างๆ
- (5) เข้าใจหลักการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อใช้ในระบบทางความร้อน
- (6) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบปรับอากาศ
- (7) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ
- (8) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบเครื่องทำความร้อนในที่พักอาศัย

- (9) ประยุกต์ความรู้เพื่อออกแบบส่วนประกอบต่างๆ โรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล
 (10) วิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนของโรงไฟฟ้าพลังงานไอน้ำ

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา MECH0465 ชื่อวิชา การออกแบบระบบทางความร้อน
 ภาคการศึกษา X ปีการศึกษา XXXX

แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--|---------------|---|---|
| 1 | ทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ สมบัติของสารบริสุทธิ์ กฎข้อที่หนึ่งทางอุณหพลศาสตร์ | 3 | ตัวอย่าง: การนำพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์มาใช้วิเคราะห์อุปกรณ์ทางความร้อนบางชนิด การบ้าน: การทบทวนพื้นฐานทางอุณหพลศาสตร์ | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธียานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์ เรืองศักดิ์ |
| 2 | การวิเคราะห์พลังงานกับอุปกรณ์ทางความร้อนในบางอุตสาหกรรม เช่น ตู้อบ หม้อน้ำ เป็นต้น | 3 | ตัวอย่าง: การวิเคราะห์พลังงานในอุปกรณ์ทางความร้อนภาคอุตสาหกรรม การบ้าน: วิเคราะห์พลังงานกับอุปกรณ์ที่กำหนด | |
| 3 | แก๊สอุดมคติและแก๊สผสม สมบัติของอากาศชั้นโทรโปเมตริก แผนภาพไซโครเมตริก | 3 | ตัวอย่าง: การหาสมบัติของอากาศชั้นโทรโปเมตริก การบ้าน: การหาสถานะและสมบัติของอากาศชั้นโทรโปเมตริก สลับย่อย: การวิเคราะห์พลังงานกับอุปกรณ์ทางความร้อนที่กำหนด | |
| 4 | กระบวนการปรับอากาศ การสมดุลมวลและพลังงานในกระบวนการปรับอากาศ กระบวนการทำความเย็น กระบวนการลดความชื้นและการควบแน่น | 3 | ตัวอย่าง: การวิเคราะห์พลังงานในกระบวนการปรับอากาศบางประเภท การบ้าน: การวิเคราะห์พลังงานในกระบวนการปรับอากาศที่กำหนด | |
| 5 | การออกแบบอุปกรณ์ในชุดทดลองการปรับอากาศที่มีการปรับคืนพลังงาน: ชุด Heating section และชุดเพิ่มความชื้น | 3 | ตัวอย่าง: การออกแบบ heating section และ humidifier ที่ใช้สำหรับชุดทดลองการปรับอากาศ การบ้าน: การออกแบบอุปกรณ์ทางความร้อนในระบบที่กำหนดให้ | |
| 6 | เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ครีประบายความร้อน การออกแบบอุปกรณ์ในชุดทดลองการปรับอากาศที่มีการปรับคืนพลังงาน: ชุด cooling coil | 3 | ตัวอย่าง: การออกแบบชุด cooling coil ที่ใช้สำหรับชุดทดลองการปรับอากาศ สลับย่อย: การวิเคราะห์พลังงานในกระบวนการปรับอากาศ | |
| 7 | การออกแบบอุปกรณ์ในชุดทดลองการปรับอากาศที่มีการปรับคืนพลังงาน: ชุด cooling coil (ต่อ) | | ตัวอย่าง: การออกแบบชุด cooling coil ที่ใช้สำหรับชุดทดลองการปรับอากาศ (ต่อ) การบ้าน: ออกแบบ cooling coil ตามที่กำหนด | |

สอบกลางภาค วันxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx – xxxx น.

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---|--|---------------|---|---|
| 8 | การถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของการควบแน่น การควบแน่นบนกลุ่มท่อ | 3 | ตัวอย่าง: อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น งานมอบหมาย: ออกแบบระบบปรับอากาศตามที่กำหนด | ศ.ดร.ฐานิตย์ เมธียานนท์ รศ.ดร.ประสาน สถิตย์เรืองศักดิ์ |
| 9 | กลไกการเดือด การเดือดแบบฟิล์มและแบบฟอง การถ่ายเทความร้อนโดยการเดือด สัมประสิทธิ์การพาความร้อนของการเดือด | 3 | ตัวอย่าง: อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการเดือดบนพื้นผิว การบ้าน: อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการเดือด หรือควบแน่น | |
| 10 | การออกแบบเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ กังหันไอน้ำแต่ละประเภท การเลือกจำนวนท่อที่เหมาะสมในการออกแบบเครื่องควบแน่น การเลือกขนาดปั๊มน้ำหล่อเย็น | 3 | ตัวอย่าง: การออกแบบเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำหนึ่ง การบ้าน: ออกแบบเครื่องควบแน่นของโรงไฟฟ้าตามที่กำหนด | |
| 11 | การออกแบบเครื่องทำความร้อนในที่พักอาศัย การออกแบบชุดลดความร้อน การเลือกพัดลม | 3 | ตัวอย่าง: การออกแบบชุดลดความร้อน และการหาขนาดพัดลม | |
| 12 | การออกแบบโรงไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล การกำหนดจำนวนเครื่องยนต์ | 3 | งานมอบหมาย: ออกแบบระบบระบายความร้อนของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำตามที่กำหนด | |
| 13 | การหาขนาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบน้ำหล่อเย็น และปั๊มน้ำหล่อเย็น | 3 | ตัวอย่าง: การหาขนาดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำหล่อเย็น | |
| 14 | การวิเคราะห์การใช้พลังงานในส่วนต่างๆ ของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องสูบน้ำ ป้อน เป็นต้น | 3 | ตัวอย่าง: แนวทางการวิเคราะห์การใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ ของโรงไฟฟ้า | |
| 15 | กรณีศึกษาการวิเคราะห์พลังงานในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ | 3 | ตัวอย่าง: การคำนวณการใช้พลังงานของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำแห่งหนึ่ง | |
| สอบประจำภาค วันxxx ที่ xx เดือน xxxx พ.ศ. xxxx เวลา xxxx – xxxx น. | | | | |

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัปดาห์ที่ประเมิน | สัดส่วนของการประเมิน |
|------------|--|---|----------------------------|----------------------|
| 1 | ความรู้และทักษะทางปัญญา | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค - การสอบย่อย | 8 16 3,6 | 25% 35% 10% |
| 2 | คุณธรรม จริยธรรม ความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี | การทำงานที่ได้รับมอบหมาย - การบ้าน - ออกแบบระบบปรับอากาศตามที่กำหนด - ออกแบบระบบระบายความร้อนของโรงไฟฟ้าตามที่กำหนด | ตลอดภาคการศึกษา 8 12 | 10% 10% 10% |
| รวม | | | | 100% |

| |
|-------------------------------------|
| ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน |
|-------------------------------------|

1. เอกสารและตำราหลัก

1. เอกสารประกอบการสอน การออกแบบระบบทางความร้อน, รุานิตย์ เมธิยานนท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2. Design and Simulations of Thermal Systems, N. V. Suryanarayana, McGraw Hill

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา สถาบันนวัตกรรมมหานคร... คณะ ..วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี..... |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา MICC0202 ชื่อวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน (Python Computer Programming)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 2 - 5)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - 4.1 อาจารย์ณัฐพงษ์ จันทร์แดง (บรรยาย/ปฏิบัติการ) (Section A) (สอนครั้งที่ 1-15, 100% ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาคการศึกษา 2 ชั้นปีที่เรียน 2
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา ภาษาไทย (ภาษาอังกฤษ)
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงการงาน
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โปรเจกเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว
 - การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
 - โปรแกรมเฉพาะทาง _____ Python KDE
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
12. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)
 - การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
 - การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชามีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี
 บูรณาการกับทฤษฎี บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม

(ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) การเขียนโปรแกรมตามความต้องการจริงของหน่วยงานภายนอก

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

กระบวนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อัลกอริธึมและการแก้ปัญหา การออกแบบแบบบนลงล่างและขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาซับซ้อน ชนิดข้อมูล ตัวแปร กลุ่มตัวแปร การจัดการตัวแปรกลุ่มตัวอักษร ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก การอ่านและเขียนข้อมูล คำสั่งควบคุมทิศทาง ทางเลือกและการทำซ้ำ ฟังก์ชัน โมดูล เมธอด การจัดการแฟ้มข้อมูล การเขียนโปรแกรมกับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์และการติดต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วง

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

- ความรับผิดชอบหลัก ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ○ | | ● | | | ● | ○ | | ○ | | | ● | ○ | | | ○ | | | ○ | ○ | | | | ○ |

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- คิดวิเคราะห์ปัญหาและจำแนกการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน
- พัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหามีระบบ
- สร้างโปรแกรมย่อย ฟังก์ชัน โมดูล สำหรับการแก้ไขปัญหเฉพาะทางได้อย่างมีระบบ
- ค้นหาและเรียกใช้ ฟังก์ชัน โมดูล จากภายนอกมาเพื่อแก้ปัญหาได้
- พัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วงได้

| |
|--------------------------|
| แผนการสอนและการประเมินผล |
|--------------------------|

รหัสวิชา MICCC0202 ชื่อวิชา การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาไพธอน

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

1. แผนการสอน (กรณี 1 Section)

บรรยาย

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|--------------------|---|---------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | Introduction, Problem solving process and Algorithm (Flowchart) | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | อ.คณัฐ รัตนรังสรรค์ |
| 2 | Language Structure, variable | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 3 | Input and output instruction | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 4 | Control flow, expression and logic | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 5 | Selection and loop expression | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 6 | Function, module | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 7 | Function, module (cont.) | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 8 | File | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| หด | | | | |
| 9 | GUI program (control flow) | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | อ.คณัฐ รัตนรังสรรค์ |
| 10 | GUI program (module) | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 11 | GUI program (file) | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 12 | Python for controller | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 13 | Python for controller | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 14 | Python for controller | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 15 | Case study | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| สอบประจำภาค | | | | |

ปฏิบัติการ

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|-------------|---|---------------|------------------------------|---------------------|
| 1 | Algorithm, Flowchart, Problem solving | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | อ.คณัฐ รัตนรังสรรค์ |
| 2 | Python language structure and input output function | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 3 | Variable, expression and login | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 4 | Compare and selection syntax | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 5 | Loop expression | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 6 | Python Module and tools | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 7 | Python Module create | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 8 | File management | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| สอบประจำภาค | | | | |
| 9 | GUI input and output | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | อ.คณัฐ รัตนรังสรรค์ |
| 10 | GUI I/O and Calculation | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 11 | GUI module and device interface | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 12 | Arduino Uno python program | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 13 | Interface and sensor | 3 | ถามตอบในห้องเรียน และสอบย่อย | |
| 14 | Peripheral interface | 3 | ถามตอบในห้องเรียน | |
| 15 | สอบปฏิบัติ | 3 | สอบปฏิบัติ | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|-----|--|---|----------------------------|--------------------------|
| 1 | 2.2, 2.3, 2.5 | การสอบ - การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | 15 | 20% 35% |
| 2 | 1.2, 1.4, 2.2,2.3,2.5,3.3, 3.4 ,4.2, 4.4, 5.1, 5.4 | ผลการทดสอบย่อย/การทำ แบบฝึกหัด/การทำงานที่ได้รับ มอบหมาย (งานกลุ่ม/งานเดี่ยว) - การบ้าน - สอบปฏิบัติ(งานกลุ่ม) - กิจกรรมใช้ชั้นเรียน | 1-10 13 ตลอดการศึกษา | 10% 10% 10% |
| 3 | - สามารถติดตาม ความก้าวหน้าทาง วิชาการและ วิวัฒนาการ คอมพิวเตอร์ (2.4) | กิจกรรมในชั้นเรียน - การเข้าเรียน - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | ตลอดภาคการศึกษา | 15% |
| 4 | | อื่นๆ (ระบุ) | | |
| รวม | | | | 100% |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

_____ Python programming, Python for Embedded Programming

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

_____ เอกสารปฏิบัติการวิชาการ โดยคงณัฐ รัตนรังสรรค์

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

_____ Classroom.google.com



รายละเอียดของรายวิชา
(มคอ. 3)
ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002
แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|--|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา <u>ฟิสิกส์</u> คณะ <u>วิทยาศาสตร์</u> |

ข้อมูลทั่วไป

- รหัสวิชา PHYS0101 ชื่อวิชา ฟิสิกส์ (Physics)
- จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (2 - 2 - 5)
- หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
 - รายวิชาของหลักสูตร
 - เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา ทุกสาขาวิชา
 - หลายหลักสูตร
 - หมวดวิชา
 - วิชาศึกษาทั่วไป
 - วิชาเฉพาะ
 - วิชาเลือก
 - ประเภทของหมวดวิชา
 - วิชาบรรยาย
 - วิชาปฏิบัติการ
 - อื่นๆ _____
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)
 - ผศ.ดร.สมพงษ์ เลียงโรคาพาร (Section xx) (สอนครั้งที่ (Lec) xx%, (Lab) 1-15: 100% ต่อ Section)
 - อ.ชัชภิตต์ ชาญสมร (Section xx) (สอนครั้งที่ (Lec) xx%, (Lab) 1-15: 100% ต่อ Section)
 - ผศ.ภรวัฏ ธนภิติวิรุฬ (Section xx) (สอนครั้งที่ (Lec) xx%, (Lab) 1-15: 100% ต่อ Section)
 - อ.ศุภกัญญา วัฒนการณ (Section xx) (สอนครั้งที่ (Lec) xx%, (Lab) 1-15: 100% ต่อ Section)
 - อ.เยาวมาลย์ รัพีพันธุ์ (Section xx) (สอนครั้งที่ (Lec) xx%, (Lab) 1-15: 100% ต่อ Section)
 - ผศ.ดร.สุพงษา เขตต์ศิริ (Section xx) (สอนครั้งที่ (Lec) xx%, (Lab) 1-15: 100% ต่อ Section)
5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)
 - หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน 1
 - หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา - ชื่อวิชา -
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)
 - การทำรายงาน
 - การทำวิจัย/การทำโครงงาน
 - การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์
 - การทำงานเป็นกลุ่ม
 - การอภิปราย/การสัมมนา
 - การประชุมปฏิบัติการ
 - การจัดนิทรรศการ
 - การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน
 - การศึกษาดูงาน
 - การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
10. สื่อการสอน
 - โพรเจกเตอร์
 - คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจกเตอร์
 - ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต
 - สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบนที่ภาพ/เสียง ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น)
 - อื่นๆ (ระบุ) _____
11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน
 - ระบบ E-Learning
 - โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว

- การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น)
- โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____

12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

- การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning)
- การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

(หากรายวิชาจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และ/หรือใช้ E-Learning /เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนถือว่ามีการจัดการเรียน การสอนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

- บูรณาการกับการวิจัย บูรณาการกับการบริการวิชาการ บูรณาการกับการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม (ระบุกิจกรรมการบูรณาการ) _____

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ xx เดือน xxxxxxxx พ.ศ. xxxx

ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description)

บรรยาย

ปริมาณฐานและหน่วย แรง การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ การเคลื่อนที่ในสองมิติ กฎการเคลื่อนที่ กฎการอนุรักษ์พลังงาน การเคลื่อนที่แบบหมุน การอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม การเคลื่อนที่แบบสั่น คลื่นและสมบัติของคลื่น สมบัติเชิงกลของสสาร กลศาสตร์ของไหล ความร้อนและเทอร์โมไดนามิกส์ ทัศนศาสตร์เชิงคลื่น ทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต ฟิสิกส์ยุคใหม่

ปฏิบัติการ

ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการในหัวข้อ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โมเมนต์ความเฉื่อย การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเชิงเดียว การสั่นพ้อง ความร้อน และหัวข้อที่สอดคล้องกับหลักการต่างๆที่ได้เรียนในภาคบรรยาย

การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

หมวดวิชาเฉพาะ

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

| รายวิชา | 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะ การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | |
|----------------------|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PHYS0101* ฟิสิกส์ | | ○ | | | ○ | ● | | | | ○ | ● | ○ | ○ | | ○ | ○ | | | | ○ | | ○ | | | ○ |

หมายเหตุ *ในกรณีที่รายวิชานี้สอนให้หลายหลักสูตร และมีแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตร สู่รายวิชา (Curriculum mapping) แตกต่างกัน ให้แยกตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course Learning Outcomes)

- (1) มีพื้นฐานความคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจแนวความคิดของหลักการต่างๆทางฟิสิกส์
- (2) มีความรู้เกี่ยวกับ การเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆและสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ได้ โดยอาศัยกฎการเคลื่อนที่
- (3) มีความรู้เกี่ยวกับ การแพร่กระจายของคลื่น และสมบัติและพฤติกรรมต่างๆของคลื่น
- (4) มีความรู้เกี่ยวกับ สมบัติเชิงกลของสสาร
- (5) มีความรู้เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์พื้นฐานที่เกิดขึ้นกับของไหล
- (6) มีความรู้เกี่ยวกับ ความร้อน การถ่ายเทพลังงานในรูปของความร้อน และกฎเทอร์มอดนามิก
- (7) มีความรู้ความเข้าใจในพฤติกรรมของคลื่นแสง และการเกิดภาพโดยใช้ทัศนอุปกรณ์
- (8) มีความเข้าใจการเกิดขึ้นของฟิสิกส์ยุคใหม่ ผ่านปรากฏการณ์ที่ฟิสิกส์ดั้งเดิมไม่สามารถอธิบายได้
- (9) มีทักษะปฏิบัติในการทำการทดลองทางฟิสิกส์โดยใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ รวมถึง การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง

แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา _____ PHYS0101 _____ ชื่อวิชา _____ ฟิสิกส์ _____

ภาคการศึกษา _____ XXX _____ ปีการศึกษา _____ XXXX _____

1. แผนการสอน (กรณี 1 Section มีผู้สอนหลายคน)

บรรยาย

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|---------------------------------------|---|---------------|--|--|
| 1 | ปริมาณฐานและหน่วย | 3 | 1. แบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการสอน 2. ทำงานและรายงานตามที่มอบหมายในห้องเรียน 3. ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต 4. คู่มือการสาธิตการทดลองทางฟิสิกส์ Video Encyclopedia of Physics Demonstrations 5. การสาธิตในชั้นเรียน | 1. ผศ.ดร.สมพงษ์ เลี้ยงโรคาพาธ 2. อ.ชัพกิตต์ ชาญสมร 3. ผศ.ภรวิฐ ธนกิติวิรุฬ 4. อ.ศุภกัลย์ วัฒนการุณ 5. อ.เยาวมาลย์ รพีพันธุ์ 6. ผศ.ดร.สุพงษา เขตต์ศิริ |
| 2 | แรง การเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ | 3 | | |
| 3 | การเคลื่อนที่ในสองมิติ | 3 | | |
| 4 | กฎการเคลื่อนที่ | 3 | | |
| 5 | กฎการอนุรักษ์พลังงาน | 3 | | |
| 6 | การเคลื่อนที่แบบหมุน การอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม | 3 | | |
| 7 | การเคลื่อนที่แบบสั่น | 3 | | |
| สอบกลางภาค วัน ที่ เดือน พ.ศ เวลา น. | | | | |
| 8 | คลื่นและสมบัติของคลื่น | 3 | 1. แบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการสอน 2. ทำงานและรายงานตามที่มอบหมายในห้องเรียน 3. ค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต 4. คู่มือการสาธิตการทดลองทางฟิสิกส์ Video Encyclopedia of Physics Demonstrations 5. การสาธิตในชั้นเรียน | 1. ผศ.ดร.สมพงษ์ เลี้ยงโรคาพาธ 2. อ.ชัพกิตต์ ชาญสมร 3. ผศ.ภรวิฐ ธนกิติวิรุฬ 4. อ.ศุภกัลย์ วัฒนการุณ 5. อ.เยาวมาลย์ รพีพันธุ์ 6. ผศ.ดร.สุพงษา เขตต์ศิริ |
| 9 | สมบัติเชิงกลของสสาร | 3 | | |
| 10 | กลศาสตร์ของไหล | 3 | | |
| 11 | ความร้อน | 3 | | |
| 12 | เทอร์โมไดนามิกส์ | 3 | | |
| 13 | ทัศนศาสตร์เชิงคลื่น | 3 | | |
| 14 | ทัศนศาสตร์เชิงเรขาคณิต | 3 | | |
| 15 | ฟิสิกส์ยุคใหม่ | 3 | | |
| สอบประจำภาค วัน ที่ เดือน พ.ศ เวลา น. | | | | |

ปฏิบัติการ

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน |
|----------|--------------------------------------|---------------|--|--|
| 1 | การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกราฟ | 3 | 1. ทำการทดลองสัปดาห์ละ การทดลองวงจรถบทุกการทดลอง 2. ส่งผลการทดลองท้ายคาบ 3. การทำแบบทดสอบก่อน การทดลอง | 1. ผศ.ดร.สมพงษ์ เลี้ยงโรคาพาธ 2. อ.ชัพกิตต์ ชาญสมร 3. ผศ.ภรวิฐ ชนกิติวิรุฬ 4. อ.ศุภกัลย์ วัฒนการุณ 5. อ.เยาวมาลย์ รัพพิพันธุ์ 6. ผศ.ดร.สุพงษา เขตต์ศิริ |
| 2 | การใช้งานเครื่องคิดเลขทางวิทยาศาสตร์ | 3 | | |
| 3 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 4 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 5 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 6 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 7 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 8 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | 1. ผศ.ดร.สมพงษ์ เลี้ยงโรคาพาธ 2. อ.ชัพกิตต์ ชาญสมร 3. ผศ.ภรวิฐ ชนกิติวิรุฬ 4. อ.ศุภกัลย์ วัฒนการุณ 5. อ.เยาวมาลย์ รัพพิพันธุ์ 6. ผศ.ดร.สุพงษา เขตต์ศิริ |
| 9 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 10 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 11 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 12 | ทำการทดลองที่ 3-12 | 3 | | |
| 13 | การสอบ | 3 | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชามี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|---|---|-------------------------|--------------------------|
| 1 | มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรม พื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์ เพื่อการ ประยุกต์ใช้กับงานทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้าง นวัตกรรมทางเทคโนโลยีสามารถวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น | การสอบ - การสอบกลางภาค - ปฏิบัติการ - การสอบประจำภาค | 8 13 16 | 20% 5% 30% |
| | | ผลการทดสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด/ การทำงานที่ได้รับมอบหมาย (งาน กลุ่ม/งานเดี่ยว) | ตลอดภาคการศึกษา | 15% |
| | | กิจกรรมในชั้นเรียน - การรายงานผลการทดลอง - การมีส่วนร่วมอภิปราย แสดง ความคิดเห็นในชั้นเรียน - การนำเสนอผลงาน | 1-12 ตลอดภาคการศึกษา | 25% 5% |
| รวม | | | 100% | |

ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก

_____ Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics, Ninth Edition, Raymond A. Serway and John W. Jewett, Jr., Brooks/Cole, 2014.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ (เช่น ตำราประกอบ/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ



รายละเอียดของรายวิชา

(มคอ. 3)

ภาคการศึกษา XXX ปีการศึกษา XXXX

F – AAO – 002

แก้ไขครั้งที่ 4

| | |
|---------------------|---|
| ชื่อสถาบันอุดมศึกษา | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร |
| คณะ/ภาควิชา | ภาควิชา/บัณฑิตศึกษา.....คณิตศาสตร์ คณะ.....วิทยาศาสตร์ |

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสวิชา STAT0115 ชื่อวิชา สถิติสำหรับการแก้ปัญหา (Statistics for Problem Solving)

2. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต (3 - 0 - 6)

3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

• รายวิชาของหลักสูตร

 เฉพาะรายวิชาของหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา ทุกสาขาวิชา หลายหลักสูตร

• หมวดวิชา

 วิชาศึกษาทั่วไป วิชาเฉพาะ วิชาเลือก

• ประเภทของหมวดวิชา

 วิชาบรรยาย วิชาปฏิบัติการ อื่นๆ _____

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ให้ระบุครั้งที่และสัดส่วนการสอน กรณีแบ่งหัวข้อ)

1. ดร.สุรีย์พร สังข์สุวรรณ (Section _____) (สอนครั้งที่ 1-15 , 100 % ต่อ Section)

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน (ตามแผนการศึกษาของหลักสูตร)

 หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่เรียน _____ หลายหลักสูตร ภาคการศึกษาและชั้นปีที่เรียน ขึ้นอยู่กับแต่ละหลักสูตร

6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____

7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) รหัสวิชา _____ ชื่อวิชา _____

8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

9. ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

 การทำรายงาน การทำวิจัย/การทำโครงงาน การฝึกปฏิบัติ/การฝึกประสบการณ์ การทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปราย/การสัมมนา การประชุมปฏิบัติการ การจัดการทรัพยากร การให้นักศึกษานำเสนอผลงาน การศึกษาดูงาน การทำกิจกรรม เช่น เกม สถานการณ์จำลอง ละคร บทบาทสมมติ เป็นต้น อื่นๆ (ระบุ) งานมอบหมายที่มีโจทย์ต่างกัน

10. สื่อการสอน

 โปรเจ็กเตอร์ คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรเจ็กเตอร์ ชุดการสอน/ชุดการทดลอง/ชุดสาธิต สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เช่น แลบบันทึกรูปภาพ/เสียง ซีดี ดีวีดี วีซีดี เป็นต้น) อื่นๆ (ระบุ) Visualizer

11. การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน

 ระบบ E-Learning โปรแกรมนำเสนอที่มีภาพเคลื่อนไหว การจัดเก็บภาพการเรียนการสอนลงบนตัวกลาง (เช่น เว็บไซต์ แผ่นวีซีดี แผ่นดีวีดี เป็นต้น) โปรแกรมเฉพาะทาง _____ อื่นๆ (ระบุ) _____

12. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ (เลือกอย่างน้อย 1 ข้อ)

 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-Based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Co-operative Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีศึกษา (Case-Based Learning)

13. การจัดการเรียนการสอนรายวิชานี้ (ระดับปริญญาตรี) มีการบูรณาการ ไม่มี มี

14. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชา วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

หมวดที่ 3 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง คิดอย่างเป็นระบบ ตัดสินใจด้วยเหตุผล ประมวลความคิดรวบยอดจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.2 เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในคำอธิบายรายวิชา
- 1.3 เพื่อสร้างทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะด้านสถิติพื้นฐาน
- 1.4 เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และทักษะการคำนวณตามเนื้อหาในคำอธิบายรายวิชา

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา / ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ สภาพสังคม เทคโนโลยี และความก้าวหน้าตามยุคสมัย

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชาตามหลักสูตร (Course Description) ครอบคลุมความน่าจะเป็น ตัวแปรสุ่ม การอนุมานเชิงสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน การถดถอยและสหสัมพันธ์ การประยุกต์วิธีการเชิงสถิติสำหรับการทำงานด้านการวิจัยเชิงวิศวกรรม ด้านสังคมและเศรษฐกิจ

2. จำนวนชั่วโมงที่ต้องใช้ต่อภาคการศึกษา

- บรรยาย _____ 45 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 3 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การฝึกปฏิบัติการ / งานภาคสนาม / การฝึกงาน _____ 0 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 0 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง _____ 90 _____ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา (_____ 6 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)
- การสอนเสริม (ถ้ามี) _____ - _____ (_____ - _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์)

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม _____ 1 _____ ชั่วโมงต่อสัปดาห์* โดยแจ้งให้นักศึกษาทราบในคาบแรกของการสอน

หมายเหตุ *อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาอย่างน้อย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

ระบุตามที่กำหนดไว้ใน มคอ.2 *

| 1. คุณธรรม จริยธรรม | | | | | 2. ความรู้ | | | | | 3. ทักษะทางปัญญา | | | | | 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ | | | | | 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | |
| | ● | | | | ● | | | ● | | ● | | | | | | | | | ○ | | | | | | | | ○ | | | | | | ● | ○ |

| มาตรฐานการเรียนรู้ | ความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษา* | วิธีการสอน | วิธีการประเมินผล |
|--|---|--|--|
| 1. คุณธรรม จริยธรรม | มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเอง และสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม | 1. อาจารย์เป็นตัวอย่างในเรื่องความมีวินัยและความตรงต่อเวลา 2. กำหนดเงื่อนไขการตรงต่อเวลาในการส่งงาน | การประเมินจากการส่งงานที่ได้รับมอบหมายตามขอบเขตที่ให้ และตรงเวลา |
| 2. ความรู้ | 1. มีความรู้และความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เศรษฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ 2. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม | 1. การบรรยาย 2. อธิบาย ยกตัวอย่างปัญหา และการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาด้วยวิธีการและเครื่องมือที่เหมาะสม | 1. การทดสอบย่อย 2. การสอบกลางภาคและสอบประจำภาคด้วยข้อสอบที่วัดความรู้ในหลักการและทฤษฎี 3. การประเมินผลการทำแบบฝึกหัด |
| 3. ทักษะทางปัญญา | มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี | 1. การบรรยาย 2. อธิบาย ยกตัวอย่างปัญหาและการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ | 1. การประเมินจากงานที่ได้รับมอบหมาย 2. การสอบกลางภาคและสอบประจำภาค |
| 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | 1. มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน ได้แก่ การใช้ Google classroom 2. มีการให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายโดยเน้นการวิเคราะห์เป็นตัวเลข และการสื่อสาร | 1. การประเมินจากการงานที่ได้รับมอบหมาย 2. การสอบกลางภาคและสอบประจำภาค โดยมีข้อสอบที่มีการวิเคราะห์เชิงตัวเลข/การสื่อสาร/เทคโนโลยี |

* ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) โดยเลือกเฉพาะ ความรับผิดชอบหลัก

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

รหัสวิชา STAT0115 ชื่อวิชา สถิติสำหรับการแก้ปัญหา (Statistics for Problem Solving)
 ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2565

1. แผนการสอน

| ครั้งที่ | เรื่อง | จำนวนชั่วโมง | กิจกรรม/งานมอบหมาย/อื่นๆ | ผู้สอน (แยกตาม Section) |
|-------------|---|--------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | บทนำ ความหมายของสถิติ การแจกแจงความถี่ การนำเสนอข้อมูล | 3 | | |
| 2 | การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การวัดค่ากลาง และการวัดการกระจายของข้อมูล | 3 | | |
| 3 | ความน่าจะเป็น การทดลองสุ่ม ปริภูมิตัวอย่าง เหตุการณ์ กฎการนับ ความน่าจะเป็น | 3 | | |
| 4 | ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์อิสระ กฎของเบย์ | | | |
| 5 | ตัวแปรสุ่ม ความหมายและชนิดของตัวแปรสุ่ม การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่องและตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง | 3 | | |
| 6 | ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม ค่าคาดหวังของตัวแปรสุ่ม ความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์มชนิดไม่ต่อเนื่อง การแจกแจงเบอร์นูลลีและการแจกแจงทวินาม | 3 | | |
| 7 | การแจกแจงไฮเพอร์จีโอเมตริก การแจกแจงปัวส์ซอง | 3 | | |
| สอบกลางภาค | | | | |
| 8 | การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง การแจกแจงยูนิฟอร์มชนิดต่อเนื่อง การแจกแจงปกติและปกติมาตรฐาน การแจกแจงโคก้าลึงสอง การแจกแจงที การแจกแจงเอฟ | 3 | | |
| 9 | การแจกแจงของตัวอย่างสุ่ม การแจกแจงค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง การแจกแจงผลต่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง | 3 | | |
| 10 | การแจกแจงสัดส่วนของตัวอย่าง การแจกแจงความแปรปรวนของตัวอย่าง | 3 | | |
| 11 | การประมาณค่า การประมาณค่าแบบจุด การประมาณค่าแบบช่วง การประมาณค่าเฉลี่ย การประมาณผลต่างค่าเฉลี่ย | 3 | | |
| 12 | การประมาณสัดส่วน การประมาณความแปรปรวน การกำหนดขนาดตัวอย่าง | 3 | | |
| 13 | การทดสอบสมมติฐาน ความหมายและขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐาน การทดสอบค่าเฉลี่ย การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ย | 3 | | |
| 14 | การทดสอบสัดส่วนของประชากร การทดสอบความแปรปรวนของประชากร การทดสอบโคก้าลึงสอง | 3 | | |
| 15 | การถดถอยและสหสัมพันธ์ | 3 | | |
| สอบประจำภาค | | | | |

หมายเหตุ

1. วิชาบรรยาย สอนให้ครบ 15 ครั้ง วิชาปฏิบัติการ สอนไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และไม่เกิน 15 ครั้ง
2. กรณีรายวิชาบรรยายที่มีการสอนปฏิบัติการ (วิชาที่มี *) ให้ทำแผนการสอนแยกเป็น 2 ส่วน คือ แผนการสอนบรรยาย และแผนการสอนปฏิบัติการ
3. ผู้สอนสามารถแก้ไข หรือปรับตารางแผนการสอน ให้สอดคล้องกับปฏิทินการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯ

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

| ที่ | ผลการเรียนรู้ (ตามที่ระบุใน Curriculum Mapping)* | วิธีการประเมิน | สัดส่วนที่ประเมิน | สัดส่วนของ การประเมิน |
|------------|--|---|-------------------|--------------------------|
| 1 | 1. มีความรู้และความเข้าใจด้าน คณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เศรษฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ 2. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการ ประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม 3. มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี 4. มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งการ พูดการเขียน และการสื่อ ความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | การสอบ การสอบกลางภาค - การสอบประจำภาค | | |
| 2 | 1. มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อ ตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบ และข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและ สังคม 2. มีความรู้และความเข้าใจด้าน คณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เศรษฐศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ 3. สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการ ประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม 4. มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี 5. มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งการ พูดการเขียน และการสื่อ ความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ | การสอบย่อย/การทำแบบฝึกหัด / การทำงานที่ได้รับมอบหมาย | ตลอดภาคการศึกษา | |
| รวม | | | | 100% |

- หมายเหตุ 1. * ให้ระบุความรู้ ทักษะ ที่ต้องการพัฒนานักศึกษาให้สอดคล้องกับแผนที่การกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping) เฉพาะ**ความรับผิดชอบหลัก** (ตามที่ระบุในหมวดที่ 4)
2. การประเมินผลการเรียนรู้ ให้ระบุการวัดผลและประเมินผลรายวิชา ตามประกาศเกณฑ์การวัดผลและประเมินผลรายวิชา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (S-CAO-004)

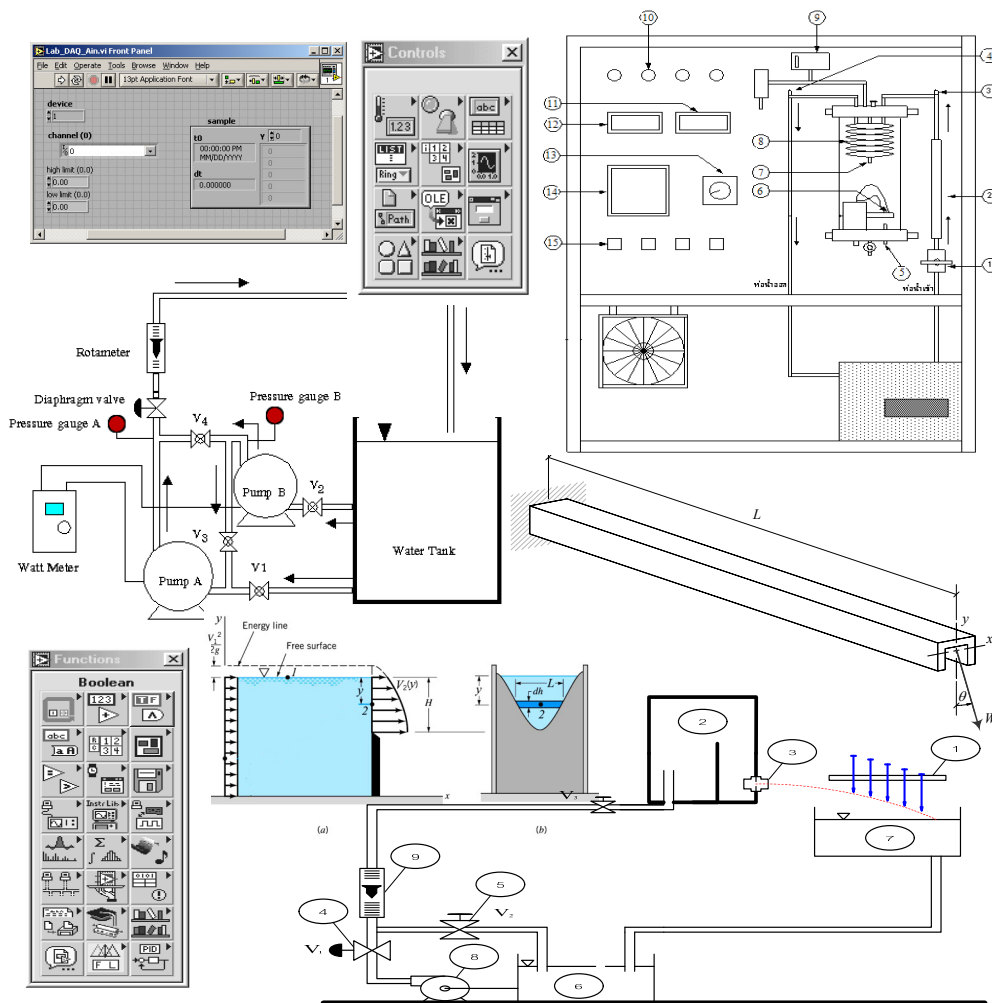
ภาคผนวก 4 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน



ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

Mechanical Engineering Lab

MECH 0390



ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน หรือ จัดจำหน่ายภายนอกมหาวิทยาลัย



รายงานการทดลอง

กลุ่มที่.....

ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

Mechanical Engineering Lab

MECH 0390

การทดลองที่.....เรื่อง.....

วันที่ทำการทดลอง / /.....

วันที่ส่งรายงาน / /.....

ผู้ร่วมงาน

| ชื่อ - สกุล | รหัสนักศึกษา | หมายเหตุ |
|-------------|--------------|----------|
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน หรือ จัดจำหน่ายภายนอกมหาวิทยาลัย



ผลการทดลอง

กลุ่มที่.....

ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล

Mechanical Engineering Lab I

MECH 0390

การทดลองที่.....เรื่อง.....

วันที่ทำการทดลอง / /

วันที่ส่งรายงาน / /

ผู้ร่วมงาน

| ชื่อ - สกุล | รหัสนักศึกษา | หมายเหตุ |
|-------------|--------------|----------|
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน หรือ จัดจำหน่ายภายนอกมหาวิทยาลัย

คำนำ

โดยทั่วไปการศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ ผู้ทำการศึกษามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจในรายวิชาทั้งทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อสามารถนำไปประยุกต์กับการใช้งานได้ ดังนั้นในวิชา Mechanical Engineering Lab นักศึกษาจะได้ทำการทดลอง โดยนำความรู้ด้านกลศาสตร์ของแข็ง กลศาสตร์ของไหล และพลศาสตร์ความร้อนมาใช้งาน เพื่อให้ผู้ทำการทดลองมีความเข้าใจทางด้านทฤษฎีมากขึ้น

หนังสือ Mechanical Engineering Lab คณะผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการเรียนวิชา Mechanical Engineering Lab (MECH 0390) ซึ่งเนื้อหาจะประกอบไปด้วย จุดประสงค์ของการทดลอง ทฤษฎีที่ใช้ประกอบในการทดลอง และวิธีการทดลองอย่างละเอียด รวมทั้งคำถามหลังการทดลอง เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้ทำการทดลอง หลังจากทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว

หนังสือ Mechanical Engineering Lab เล่มนี้ สำเร็จลงได้เพราะการร่วมมือของอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ในการจัดทำครั้งนี้ หากมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำยินดีรับฟังความคิดเห็นและคำแนะนำจากท่านทุกประการ

คณะผู้จัดทำ

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สารบัญ

หน้า

| | | |
|----------------|--|-----|
| การทดลองที่ 1 | ชุดวัดอัตราการไหลของน้ำในรางเปิดโดยใช้วีโนซ (Water Flow in Open Channel by V-notch) | 3 |
| การทดลองที่ 2 | ชุดวัดการสูญเสียกำลังการไหลในท่อ (Flow or Fiction Loss in Pipe) | 11 |
| การทดลองที่ 3 | ชุดวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยเวนจูรีและแผ่นออริฟิส (Air Flow Meter by Venturi and Orifice Plate) | 18 |
| การทดลองที่ 4 | ชุดทดลองการปะทะเป้าของลำเจ็ทของน้ำในแนวตั้ง (Vertical Impact of Water Jet) | 23 |
| การทดลองที่ 5 | ชุดทดลองหาประสิทธิภาพของปั้มน้ำที่ต่อขนานและอนุกรมกัน (Parallel and Serial Pump Efficiency Test) | 31 |
| การทดลองที่ 6 | ชุดทดลองประสิทธิภาพกังหันน้ำเพลตัน (Pelton Water Turbine Efficiency Test Set) | 40 |
| การทดลองที่ 7 | ชุดทดสอบแรงดึง (Tensile Test) | 46 |
| การทดลองที่ 8 | ชุดทดสอบการบิด (Torsion Test) | 52 |
| การทดลองที่ 9 | การทดสอบการโก่งตัวของคานยื่น (Cantilever Beam Deflection Testing) | 57 |
| การทดลองที่ 10 | การทดสอบการโก่งตัวของคานอย่างง่าย (Simply Beam Deflection Testing) | 67 |
| การทดลองที่ 11 | ปัจจัยทางพื้นที่โดยการใช้แหล่งความร้อน (Area Factor Using Heat Source) | 76 |
| การทดลองที่ 12 | ชุดทดลองการเดือดและการควบแน่น (Boiling and Condensation Testing Unit) | 79 |
| การทดลองที่ 13 | ชุดทดลองการปรับอากาศ (Air-Conditioning Test Set) | 93 |
| การทดลองที่ 14 | ชุดทดลองการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยท่อร่วมศูนย์ (Concentric Tube Heat Exchangers) | 111 |
| การทดลองที่ 15 | ชุดทดลองการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับ (Free and Forced Convection Heat Transfer Unit) | 130 |
| การทดลองที่ 16 | ชุดทดลองการแผ่รังสีความร้อน (Heat Radiation Test Set) | 146 |
| การทดลองที่ 17 | การประยุกต์ใช้เทอร์มิสเตอร์วัดอุณหภูมิ (Thermistor Application for Temperature Measuring) | 153 |
| การทดลองที่ 18 | ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบระบบเปิดด้วยสัญญาณแอนะล็อก (Open System DC Motor Control with Analog Signal) | 163 |
| การทดลองที่ 19 | การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีการหน่วง (Force Vibration with Damper) | 179 |
| การทดลองที่ 20 | การสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free Vibration) | 185 |
| การทดลองที่ 21 | การทดสอบความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำในการวัดด้วยเกจบล็อก (Error and Accuracy Testing by Gauge Block) | 190 |
| การทดลองที่ 22 | การประเมินขนาดของปั้มน้ำ (Water Pump Size Evaluation) | 201 |
| การทดลองที่ 23 | ระบบเบรกและส่วนประกอบ (Brake System and Components) | 211 |
| การทดลองที่ 24 | เครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine) | 225 |

การทดลองที่ 1

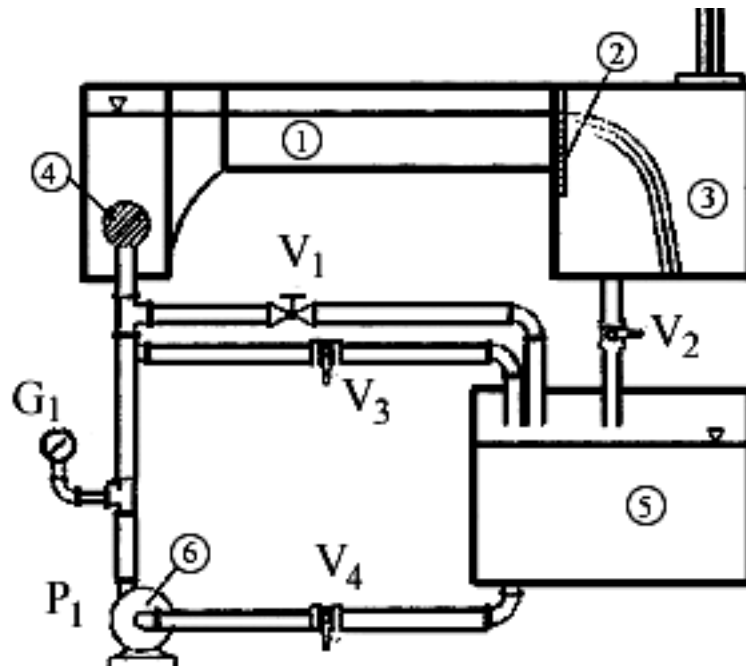
ชุดวัดอัตราการไหลของน้ำในรางเปิดโดยใช้วีโนทช์ (Water Flow in Open Chanel by V-notch)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาหลักการวัดอัตราการไหลของน้ำโดยใช้แผ่น V-notch
2. เรียนรู้วิธีการปรับเทียบค่าของเครื่องมือวัด

อุปกรณ์ทดลอง

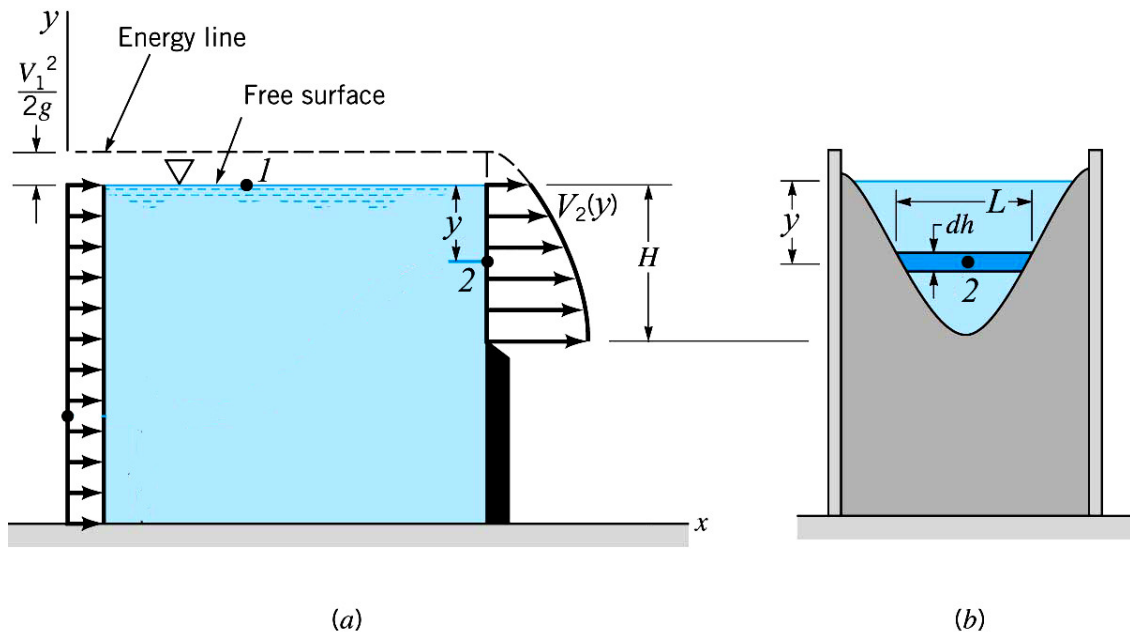
1. ชุดรางน้ำ
2. V- notch (มี 3 ขนาด 20 , 30 และ 45 องศา)
3. Rotameter
4. อุปกรณ์กั้นน้ำกระเพื่อม
5. ถังเก็บน้ำ
6. ปั้มน้ำ



รูปที่ 1. ชุดอุปกรณ์การทดลอง

- V_3 : Diagram valve (วาล์วปรับอัตราการไหล)
 V_2, V_3, V_4 : Ball valve (วาล์วเปิด-ปิด)
 P_1 : ปั้มน้ำ

ทฤษฎี



รูปที่ 2. Assumed flow structure over weir.

ประยุกต์ใช้สมการ Bernoulli Equation ระหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2 คือ

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (1)$$

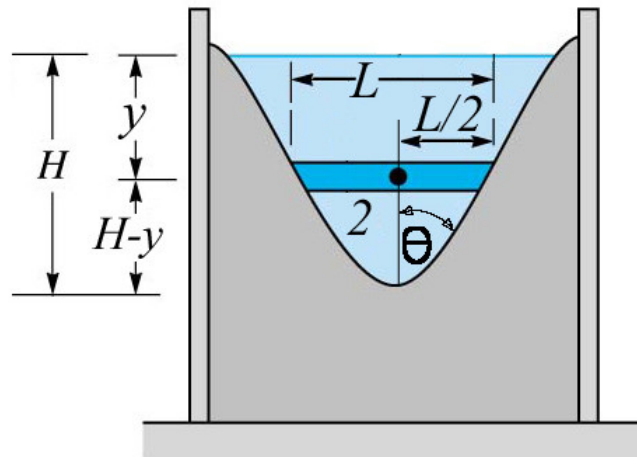
เมื่อ $p_{atm} = p_1 \approx p_2$; $V_1 \approx 0$; $V_2 \approx V$; $Z_1 \approx H$ และ $Z_2 \approx H - y$
แทนค่าลงในสมการที่ (1) จะได้

$$0 + 0 + H = 0 + \frac{V_2^2}{2g} + (H - y)$$

$$\therefore V_2 = \sqrt{2gy} \quad (2)$$

จาก Theoretical volumetric Flow rate

$$Q_{th} = \int V dA = \int_{y=0}^{y=H} V \cdot L dy \quad (3)$$



รูปที่ 3. V-notch.

จาก V-notch สามารถหาค่า L ให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ของ y ได้ดังนี้

$$\tan \theta = \frac{L/2}{H-y}$$

$$L = 2(H-y) \tan \theta \quad (4)$$

จากสมการ(2),(3) และ (4) จัดให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์ในเทอมมุมของ V-notch และสามารถหาอัตราการไหลของของไหลในทางทฤษฎีได้จากสมการนี้คือ

$$Q_{th} = 0.5333H^{5/2} \sqrt{2g} \cdot \tan \theta, \quad (m^3 / sec) \quad (5)$$

หรือ

$$Q_{th} = 32,000H^{5/2} \sqrt{2g} \cdot \tan \theta, \quad (Litre / min) \quad (6)$$

ข้อมูลจากการทดลอง สามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์สำหรับ V-notch แบบต่างๆ ในรูปของ $Q_e = AH^m$ ดังรูปที่ 3 ซึ่งหาค่าคงที่ต่างๆโดยใช้ Least square theory คือ

จาก

$$Q_e = AH^m$$

take log ทั้ง 2 ข้าง

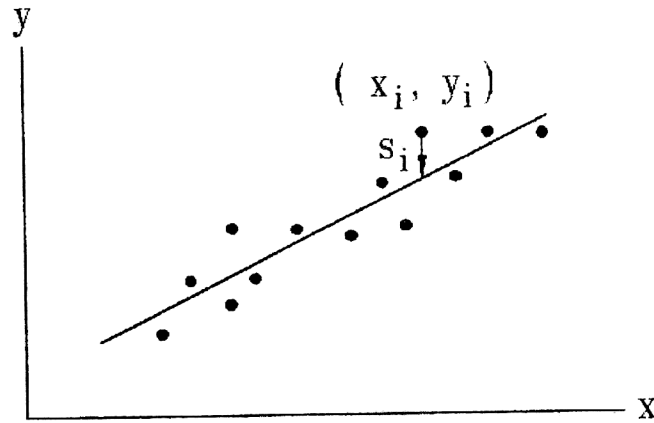
$$\ln Q_e = m \ln H + \ln A$$

หรือ

$$y = mx + B$$

โดยที่ $m = \text{slope ของกราฟ}$

$B = \text{ระยะตัดแกน } y$



รูปที่ 4. กราฟ log-log ระหว่าง Q กับ H สำหรับ V-notch แบบต่างๆ

จากทฤษฎี least squares กราฟเส้นตรงที่ได้จากการทดลอง หาได้จากค่าต่ำสุดของผลรวมของกำลังสองของระยะในแนวตั้งของจุดจากการทดลองถึงเส้นตรง

$$F = \sum_{i=1}^{i=n} S_i^2 = \sum [y_i - (B + mx_i)]^2$$

เมื่อ n จำนวนข้อมูลจากการทดลอง

ให้ $\frac{\partial F}{\partial B} = 0$ และ $\frac{\partial F}{\partial m} = 0$ เพื่อหาค่า B และ m ดังนี้

$$\frac{\partial F}{\partial B} = 0 = 2 \cdot \sum [y_i - (B + mx_i)](-1)$$

$$\sum y_i - nB - m \sum x_i = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial F}{\partial m} = 0 = 2 \cdot \sum [y_i - (B + mx_i)](-x_i)$$

$$\sum x_i y_i - B \sum x_i - m \sum x_i^2 = 0 \quad (8)$$

จากสมการ(7) และ(8)จะได้ว่า

$$m = \frac{\frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i} - \frac{\sum y_i}{n}}{\frac{\sum x_i^2}{\sum x_i} - \frac{\sum x_i}{n}}$$

$$B = \frac{\sum y_i - m \sum x_i}{n}$$

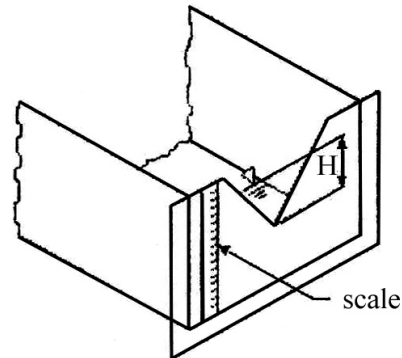
ส่วนค่า Coefficient of discharge, C_d หาได้จาก

$$C_d = \frac{Q_{actual}}{Q_{theoretical}} \quad (9)$$

ขั้นตอนการทดลอง

จากรูปที่ 1 มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. นำ V-notch ที่ $\theta = 20^\circ$ มาติดตั้ง
2. ปรับวาล์ว V_3 (วาล์วปรับอัตราการไหล) ให้สุด
3. เปิดสวิตช์ปั๊มน้ำ
4. รอให้ระดับน้ำคงที่อ่านความสูง H (mm.)ของระดับน้ำที่สเกลบน V-notch แล้วบันทึกค่าลงในตาราง
5. บันทึกค่าอัตราการไหลที่ Rotameter ที่ช่อง Q_{actual}
6. ปรับวาล์ว V_3 ลดลงทิ้งไว้สักครู่ เมื่อระดับน้ำคงที่อ่านค่าความสูง H ของระดับน้ำ บันทึกลงในตารางทำซ้ำข้อ 5 และ 6 ประมาณ 8-10 ค่า
7. ปิด pump แล้วเปลี่ยน V-notch เป็น $\theta = 30^\circ, 45^\circ$ แล้วทำตามข้อ 2 และ 6 ตามลำดับ



ผลการทดลอง

1. คำนวณหาค่า $Q_{theoretical}$ และ หาค่า C_d ในตารางบันทึกผล
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q กับ H จากการทดลอง (Q_{actual}) เปรียบเทียบกับทางทฤษฎี ($Q_{theoretical}$)
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_d กับค่ามุมของ V-notch ต่างๆ

คำถามหลังการทดลอง

1. จงพิสูจน์ว่า $Q_{th} = 0.5333H^{5/2}\sqrt{2g \cdot \tan \theta}$, (m^3 / sec)
2. ความกว้างของรางน้ำมีผลต่อการวัดอัตราการไหลโดยวิธี V-notch อย่างไร
3. ค่า C_d มีผลต่อมุม V-notch อย่างไร
4. จากการทดลองที่อัตราการไหลเดียวกันค่าความสูง H มีผลต่อมุม V-notch อย่างไร

หนังสืออ้างอิง

- Massey,B. S., “Mechanics of Fluids”,4th edition, University College, London.
- Shames, H., “Mechanical of Fluids”,McGraw-Hill, 3rd edition ,1992
- Streeter,V.L.,Wylie E.B.,”Fluid Mechnics”,McGraw-Hill,1983
- Bruce R. Munson., Donald F. Young., Theodore H. Okiishi., “ Fundamental of Fluid Mechnics ”, John Wiley & Sons, 4th edition, 2002

ตารางบันทึกการทดลอง

แผ่น V-notch มุม องศา

| No | $Q_{actual} (L/hr)$ | H(m) | $Q_{theory} (L/hr)$ | C_d |
|----|---------------------|------|---------------------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

แผ่น V-notch มุม องศา

| No | $Q_{actual} (L/hr)$ | H(m) | $Q_{theory} (L/hr)$ | C_d |
|----|---------------------|------|---------------------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

การทดลองที่ 2

ชุดวัดการสูญเสียกำลังการไหลในท่อ (Flow or Fiction Loss in Pipe)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา Head Losses ในขณะที่ของไหลไหลผ่านท่อตรงและ Fitting แบบต่างๆ ด้วยอัตราการไหลที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดทดลองสำหรับหา Head Losses ที่สูญเสียในท่อและ Fitting แบบต่างๆ
2. Blower
3. Invertor
4. Rotameter
5. Digital Differential Pressure
6. วาล์วควบคุมการไหล



รูปที่ 1 ชุดท่อทดสอบ

ทฤษฎี

จากสมการพลังงานระหว่างตำแหน่ง 2 จุด ของท่อที่มีของไหลไหลอยู่ภายในท่อ จะได้

$$\left(\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \right) = \left(\frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \right) + h_{l,T} \quad (1)$$

เมื่อ p_1, p_2 = ความดัน ณ จุด 1 และ 2

V_1, V_2 = ความเร็วเฉลี่ย ณ จุด 1 และ 2

z_1, z_2 = ระดับความสูง ณ จุด 1 และ 2

γ = specific weight ของอากาศ ($11.393 \text{ kg/m}^2\text{-s}^2$) ที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศ

Total head loss, $h_{l,T}$ ประกอบด้วยผลรวมของ major losses, $h_{l,maj}$ ที่เกิดจากความเสียดทานเมื่อเป็นการไหลหลังช่วง fully developed ผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดคงที่และ minor losses, $h_{l,min}$ เกิดจาก fitting ต่างๆ หรือ ท่อที่พื้นที่หน้าตัดเปลี่ยนแปลงดังสมการ

$$h_{l,T} = h_{l,maj} + h_{l,min} \quad (2)$$

ในสมการที่ (1) สามารถหา major loss สำหรับท่อที่อยู่ในแนวระดับ

$$h_l = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} \quad (3)$$

กรณีการไหลแบบ laminar สำหรับท่อกลมคำนวณได้จากสมการ

$$h_{l,maj} = \frac{64}{Re} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (4)$$

กรณีการไหลแบบ turbulent สำหรับท่อกลมคำนวณได้จากสมการ

$$h_{l,maj} = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

เมื่อ f คือ friction factor

Minor loss เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลอย่างทันทีทันใด เช่น การกีดขวางของการไหล หรือการเปลี่ยนแปลงความเร็วหรือทิศทางของการไหล ดังนั้น จึงเกิดขึ้นในข้อลด ข้อขยาย วาล์ว ข้อ

ต่อ ข้อง ฯลฯ ทางเข้าและทางออกจากท่อ การพิจารณาในเชิงทฤษฎีของ Minor loss ชนิดต่างๆ เป็นเรื่องที่ซับซ้อนทีเดียว ปกติการหาค่า Minor loss กระทำโดยวิธีการทดลอง สมการที่ใช้ในการหาค่า Minor loss ต่างๆ คือ

$$h_{l,min} = \sum K \frac{V^2}{2g} \quad (6)$$

เมื่อ K คือ loss coefficient ซึ่งหาได้จากการทดลอง
minor losses อาจหาได้จาก equivalent length L_e จากสมการ

$$h_{l,min} = f \frac{L_e}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

Reynolds number จากสมการ

$$\text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (8)$$

หมายเหตุ ρ = ความหนาแน่นของอากาศ V = ความเร็วเฉลี่ยของน้ำภายในท่อ
 μ = สัมประสิทธิ์ความหนืดสัมบูรณ์ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ

วิธีทดลอง

1. เปิดวาล์ว โดยให้มีการไหลผ่านเฉพาะท่อที่ 1 เท่านั้น
2. ปรับค่าเครื่องมือวัดความดันสำหรับท่อที่ 1 ให้เป็น 0 Pa
3. เปิด Invertor แล้วปรับอัตราการไหลตามที่กำหนด โดยค่อยๆ ปรับเบาๆ แล้วเก็บค่าความดันตกคร่อม
4. เมื่อเก็บค่าจากข้อ 3 แล้ว ให้ปรับอัตราการไหลไปที่ค่าอื่นๆ ตามที่กำหนด แล้วเก็บค่าความดันตกคร่อม
5. เมื่อทดลองท่อที่ 1 เสร็จแล้ว ให้ ปรับ Invertor เพื่อลดอัตราการไหลลงเหลือ 500 L/hr โดยค่อยๆ ปรับเบาๆ
6. ปรับค่าเครื่องมือวัดความดันสำหรับท่อที่ 2 ให้เป็น 0 Pa แล้วเปิดวาล์วให้ลมไหลไปท่อที่ 2 แล้วค่อยปิดวาล์วของท่อที่ 1
7. ทำการเก็บค่าเหมือนข้อ 3 และ 5
8. เก็บผลท่อที่ 3 ในขั้นตอนเดียวกัน

หมายเหตุ

1. ห้ามปีควาล์วทั้งหมดพร้อมกัน โดยเด็ดขาด ในขณะที่ Blower กำลังทำงาน
2. การปรับ Invertor แต่ละครั้ง ควรปรับให้เบาที่สุด

ผลการทดลอง

1. กำหนดค่าทั้งหมดพร้อมทั้งยกตัวอย่างวิธีการคำนวณมา 1 ตัวอย่าง
2. จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล Q กับ Pressure drop และ Q กับ K ในกรณีข้ออ 90° และ บอลวาล์ว
3. สำหรับท่อตรง ให้เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล Q กับ Pressure drop และ Q กับ friction

สรุปผลการทดลอง

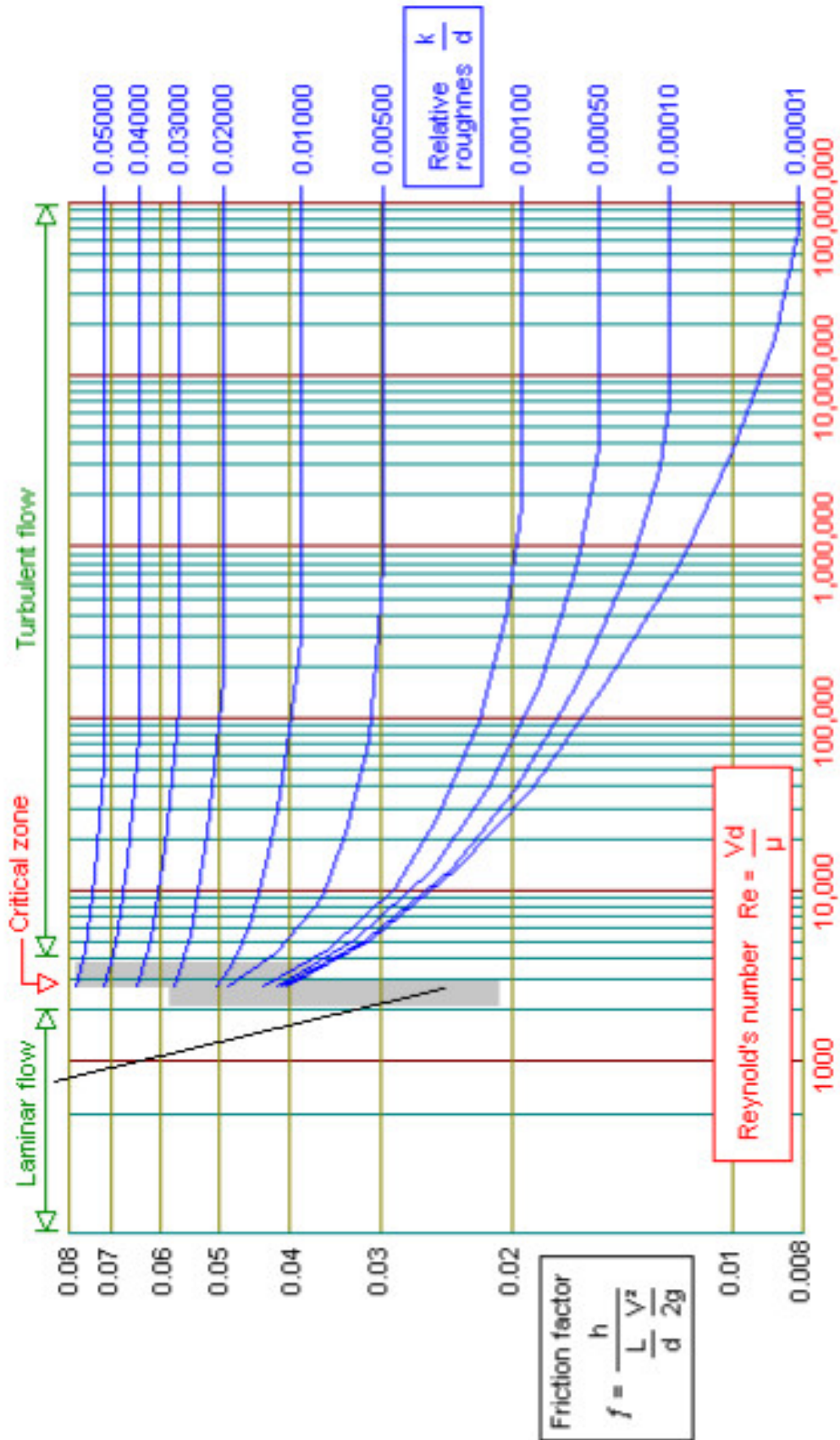
1. อธิบายกราฟที่ได้จากข้อ 2 และ 3 ทุกกราฟ
2. สรุปข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

คำถาม

1. จากการทดลองค่า Re อยู่ในช่วงของ Laminar หรือ Turbulent และมีวิธีสังเกตอย่างไร
2. กรณี fitting ค่า Re มีผลต่อค่า K หรือไม่ เพราะเหตุใด
3. หากไม่มีเครื่องมือวัดความดันแบบ Digital Differential Pressure เราสามารถใช้วิธีใดวัดได้
4. ท่ออะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm. ยาว 15 m. วางอยู่ในระดับ โดยกำหนดให้ของไหลคืออากาศ ที่มีอุณหภูมิเท่ากับ 27 °c และมีความเร็วเท่ากับ 5 m/s จงหาอัตราการไหลและตัวประกอบความเสียดทานของการไหล

หนังสืออ้างอิง

- [1] Fox, W. and Mcdonald, T. "Introduction to Fluid Mechanics," 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc. 1985.
- [2] Shames, H. "Mechanic of Fluid," 3rd ed., McGraw-Hill, Inc. 1992.



รูปที่ 2 Moody Diagram

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ของไหลคืออากาศ สมบัติคุณสมบัติของอากาศที่อุณหภูมิ 300 K (27 °C)

$$\rho = 1.1614 \text{ kg/m}^3 \quad \mu = 0.00001846 \text{ Ns/m}^2$$

เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ.....

ความยาวระหว่างจุดวัดความดันของท่อที่ 3 คือ.....

สำหรับท่อสแตนเลส ค่าความขรุขระ (ϵ) เท่ากับ 2×10^{-6}

ข้อ 90° 2 ตัว

| Q_{ac} | Q_{ac} | V | Re | ΔP | k |
|----------|---------------------------|-----|----|--------------------|---|
| (L/hr) | (m^3/s) | m/s | - | (N/m^2) | - |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

บอลวาล์ว

| Q_{ac} | Q_{ac} | V | Re | ΔP | k |
|----------|---------------------------|-----|----|--------------------|---|
| (L/hr) | (m^3/s) | m/s | - | (N/m^2) | - |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

ท่อตรง

| Q_{ac} | Q_{ac} | V | Re | ΔP | f_{ac} | f_{th} | %error (f) |
|----------|---------------------|-----|----|---------------------|----------|----------|------------|
| (L/hr) | (m ³ /s) | m/s | - | (N/m ²) | - | - | - |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

หมายเหตุ: การหาค่า %error คำนวณจาก $\left(\frac{|f_{th} - f_{ac}|}{f_{th}} \right) \times 100$

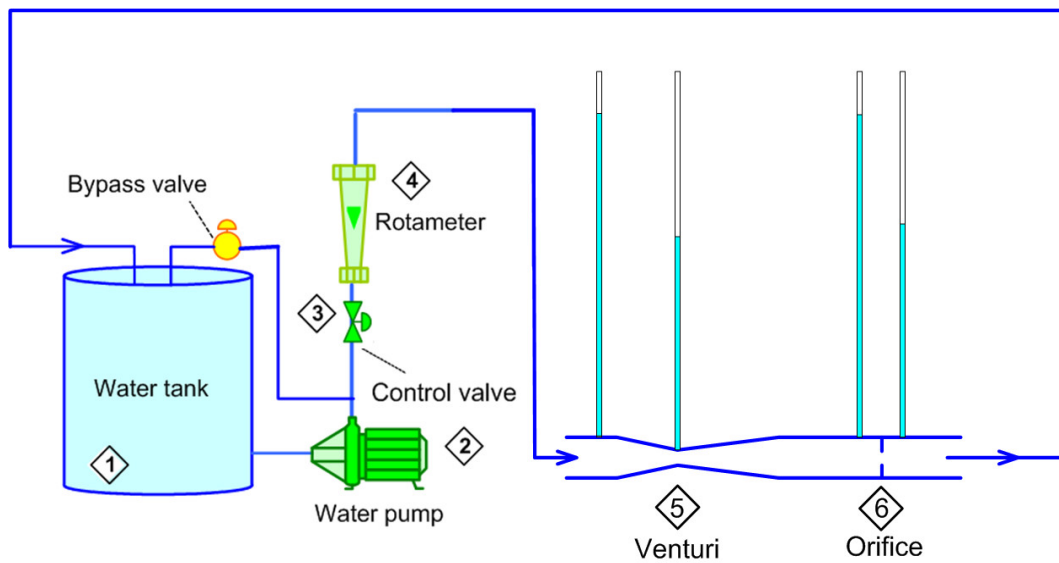
การทดลองที่ 3
ชุดวัดอัตราการไหลของอากาศด้วยเวนจูรีและแผ่นออริฟิส
(Air Flow Meter by Venturi and Orifice Plate)

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อทำความรู้จักเครื่องมือและวิธีการวัดอัตราการไหลในท่อ
- 2) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของการไหลของเครื่องมือวัดอัตราการไหล

อุปกรณ์

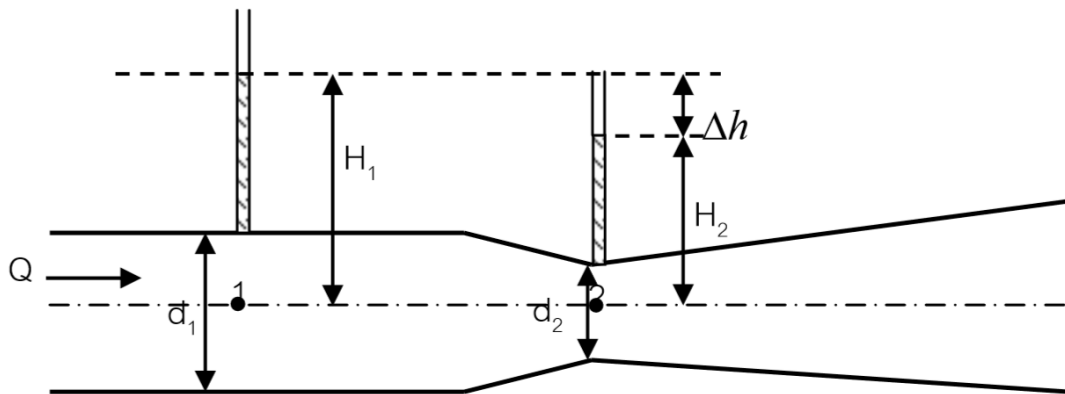
1. Water tank
2. Water pump
3. Control valve
4. Rotameter
5. Venturi
6. Orifice



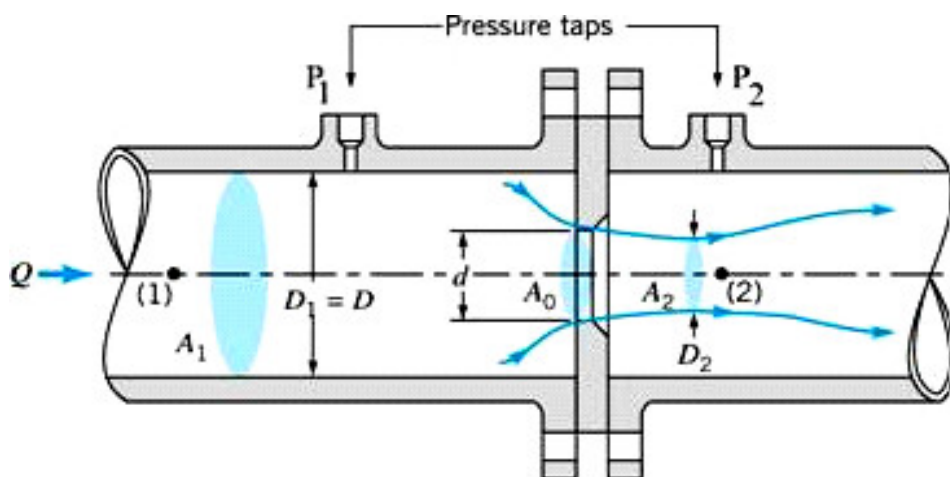
รูปที่ 1 อุปกรณ์การทดลอง

ทฤษฎี

การวัดอัตราการไหลเชิงปริมาตรของของไหลสามารถวัดโดยใช้เครื่องมือหลายชนิด เช่น Turbine meter, Rotameter, Target meter, Electromagnetic meter นอกจากนี้ยังมีการวัดอัตราการไหลเชิงปริมาตรโดยอาศัยหลักการของความดันตกคร่อม (Pressure drop) เช่น Orifice, Venturi และ Nozzle ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและห้องปฏิบัติการ เนื่องจากง่ายต่อการใช้งาน ราคาถูก มีความคงทน และสามารถเชื่อถือได้สูง วิธีการทำให้เกิดความดันตกคร่อมคือ การใช้อุปกรณ์ขัดขวางทิศทางการไหลของของไหล แล้วจึงนำค่าความดันตกคร่อม และสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ที่ใช้ไปคำนวณเป็นอัตราการไหลเชิงปริมาตร โดยได้อาศัยทฤษฎีของสมการของ Bernoulli



รูปที่ 2 Venturi



รูปที่ 3 Orifice

จากรูปที่ 2 ใช้หลักการวิเคราะห์พลังงานของสมการ Bernoulli ระหว่างจุด (1) และ (2) โดยไม่คิดว่าการสูญเสียพลังงาน

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + H_p = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_{\text{loss}} \quad (1)$$

จัดรูปสมการที่ (1) ใหม่ โดยคิดในกรณีที่ หัวพลังงานปั๊ม (H_p) และไม่คิดว่าการสูญเสียพลังงาน ($h_{\text{loss}} = 0$) ในขณะที่ $Z_1 = Z_2$ จะได้

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (2)$$

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} \quad (3)$$

จาก Continuity Equation อัตราการไหลเชิงมวลของของไหลตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2 มีค่าเท่ากันดังสมการที่ (4)

$$\rho_1 V_1 A_1 = \rho_2 V_2 A_2 \quad (4)$$

จากความสัมพันธ์ของสมการที่ (4) แทนค่า V_1 ลงในสมการที่ (3) ได้

$$V_2 = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho \left(1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right)}} \quad (5)$$

สามารถคำนวณอัตราการไหลจาก $Q = VA$ จะได้

$$Q_{\text{th}} = Q_2 = A_2 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho \left(1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right)}} \quad (6)$$

อัตราการไหลที่ได้จากสมการที่ (6) เป็นอัตราการไหลเชิงปริมาตรทางทฤษฎี (Q_{th}) เมื่อเปรียบเทียบในการใช้งานจริง ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่วัดได้จริง (Q_{ac}) จะต่ำกว่าทางทฤษฎี ดังนั้นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์เพื่อคูณกับอัตราการไหลเชิงปริมาตรทางทฤษฎีเพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรที่แท้จริง สัมประสิทธิ์ตัวนี้ได้จากการทดลองเรียกว่า Coefficient of Discharge (C_d)

$$C_d = \frac{Q_{\text{ac}}}{Q_{\text{th}}} \quad (7)$$

วิธีการทดลอง

- 1) ปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหล เพื่อให้น้ำไหลตั้งแต่ 400 L/hr ถึง 1,200 L/hr โดยสังเกตจาก Rotameter ตามที่ได้กำหนดในตาราง
- 2) ทำการบันทึกผลต่างของความดันในรูปของผลต่างความสูงของน้ำ เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลทางทฤษฎีและเปรียบเทียบกับค่าอัตราการไหลจริงที่ได้จาก Rotameter
- 3) ทำการทดลองซ้ำโดยปรับค่าอัตราการไหลจนครบ
- 4) นำค่าที่ได้บันทึกผลลงในตารางและคำนวณหาค่าผลการทดลอง

ผลการทดลอง

- 1) คำนวณค่าความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้น
- 2) คำนวณหาอัตราการไหลทางทฤษฎี (Q_{th})
- 3) คำนวณหาสัมประสิทธิ์การไหล (Coefficient of Discharge, C_d)
- 4) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลจริง (Q_{ac}) ในแกน x และอัตราการไหลทางทฤษฎี (Q_{th}) ในแกน y และขีดเส้น 45 องศาผ่านจุด Origin พร้อมทั้งอธิบายกราฟ
- 5) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลทางทฤษฎี (Q_{th}) ในแกน x กับค่า Head (Δh) ในแกน y พร้อมทั้งอธิบายกราฟ
- 6) เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลทางทฤษฎี (Q_{th}) ในแกน x กับค่า C_d ในแกน y พร้อมทั้งอธิบายกราฟ

คำถามหลังการทดลอง

- 1) จากการคำนวณ ค่า C_d ที่ได้มีความสัมพันธ์กับอัตราการไหลและอุปกรณ์วัดอัตราการไหลอย่างไร
- 2) ค่า Δh จากการทดลอง บ่งบอกถึงอะไร
- 3) จากการทดลองอุปกรณ์วัดแบบใดอ่านค่าและคำนวณอัตราการไหลได้แม่นยำจงเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย เพราะเหตุใด
- 4) ข้อจำกัดของการใช้งานอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของแต่ละแบบมีอะไรบ้างจงอธิบาย

หนังสืออ้างอิง

1. "MECHANIC OF FLUIDS", Third Edition, Irving H. Shames, McGRAW-HILL
2. "INTRODUCTION TO FLUID MECHANICS", Third Edition, FOX McDonald, WILEY

ตารางผลการทดลอง**ตารางที่ 1** บันทึกผลการทดลองของ Venturi

| No. | Q_{ac} (L/hr) | Δh (cm) | Δh (m) | ΔP (Pa) | V_2 (m/s) | $Q_2=Q_{th}$ (m ³ /s) | Q_{th} (L/hr) | C_d |
|-----|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------|-------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |

ตารางที่ 2 บันทึกผลการทดลองของ Orifice

| No. | Q_{ac} (L/hr) | Δh (cm) | Δh (m) | ΔP (Pa) | V_2 (m/s) | $Q_2=Q_{th}$ (m ³ /s) | Q_{th} (L/hr) | C_d |
|-----|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------|-------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |

การทดลองที่ 4

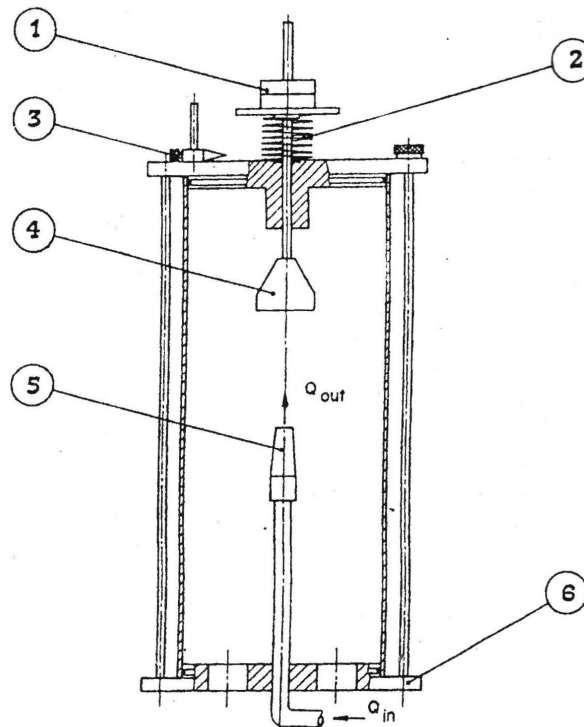
ชุดทดลองการปะทะเป้าของลำเจ็ทของน้ำในแนวตั้ง (Vertical Impact of Water Jet)

วัตถุประสงค์

ศึกษาหลักการถ่ายเทโมเมนตัมของลำเจ็ทของน้ำให้กับเป้าปะทะรูปร่างต่างๆ

อุปกรณ์

4. ชุดวัดเทียบแรงแบบตาชั่งแขนเดียว (โดยมวล jogkey weight, $m_{jogkey} = 100 \text{ g}$)
5. สปริง
6. Rotameter
7. เป้าปะทะ 4 ลักษณะ (ซึ่งให้ $\theta_z = 0, \pi/4, \pi/2,$ และ $3\pi/4$)
8. หัวฉีด (เส้นผ่าศูนย์กลาง $d = 8 \text{ mm.}$)
9. ชุดวัดอัตราการไหลของน้ำ (L/hr)
10. ชุด water drain



รูปที่ 1. รายละเอียดของชุดการทดลอง

ทฤษฎี

จาก Bernoulli Equation:

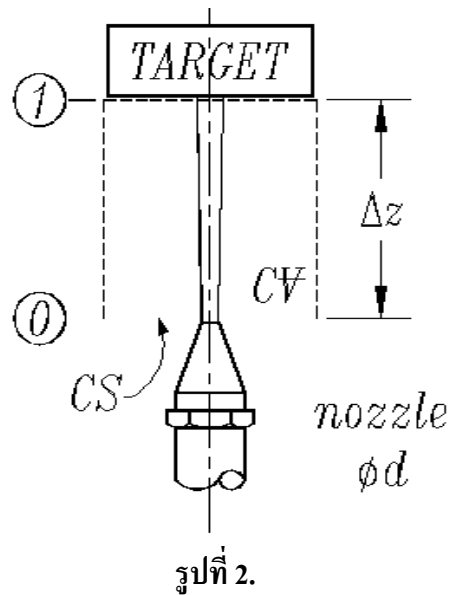
$$\frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + z = \text{constant}$$

เมื่อพิจารณารูปที่ 2 ซึ่ง $P = P_{atm}$ ดังนั้นจะ
ได้

$$\frac{P_0}{\rho g} + \frac{V_0^2}{2g} + z_0 = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1$$

$$V_1^2 = 2g \left(\frac{V_0^2}{2g} + (z_0 - z_1) \right)$$

$$\therefore V_1 = \sqrt{V_0^2 - 2g\Delta z}$$



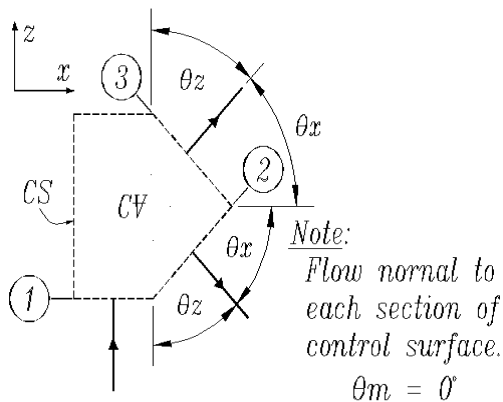
จาก Continuity Equation:

$$\frac{dm_{CV}}{dt} + \sum \dot{m}_e - \sum \dot{m}_i = 0 \quad \text{เมื่อ } \dot{m} = \rho VA$$

เมื่อเกิด steady flow ภายใน control volume และมี uniform flow ผ่านแต่ละ section บน control surface แล้ว $dm_{CV} / dt = 0$ ดังนั้นจากรูปที่ 2 จะได้

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_0 = \rho \dot{V} = \rho V_0 A_0 = \rho V_0 (\pi d^2 / 4)$$

$$\therefore V_0 = 4\dot{V} / \pi d^2$$



พิจารณา control volume ของการปะทะเป้าของลำเจ็ท
ของน้ำ (ดังรูปที่ 3) ภายใต้ข้อสมมติต่างๆ ดังนี้

1. Steady flow, Steady state ภายใน control volume
2. การไหลผ่านแต่ละ section ของ control surface จะ uniform และ ตั้งฉากกับ section นั้นๆ
3. คิดว่าน้ำเป็น incompressible working fluid
4. ไม่คิดน้ำหนักของน้ำภายใน control volume
5. Frictionless flow ภายใน control volume
6. control volume อยู่ภายใต้ความดันบรรยากาศ

เพราะฉะนั้นจาก Integral Form of Continuity Equation:

$$\frac{dm_{CV}}{dt} - \int_{CS} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0$$

เมื่อ $dm_{CV} / dt = 0$ ดังนั้น

$$\therefore \sum_{outlet} \rho V_n A = \sum_{inlet} \rho V_n A = \rho \dot{V}$$

เนื่องจากภายใน control volume เป็น frictionless flow และจะเกิด uniform flow เมื่อผ่าน section ใดๆ บน control surface แล้ว เพราะฉะนั้น

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_m = \dots = V_M$$

หรือ $V_1 = V_m$ เมื่อ $m = 2 \dots M$ แทน ทางเข้าออกใดๆ ของ control volume

และจาก Momentum Equation

$$F_{Sn} + F_{Bn} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{CV} V_n \rho dV + \int_{CS} V_n \rho \vec{V} \cdot d\vec{A}$$

เมื่อ $F_{Bn} = 0$ และ $\frac{\partial}{\partial t} \int_{CV} V_n \rho dV = 0$

$$\begin{aligned} F_{Sx} &= \sum \rho (V_1 \cos \theta_x) (V_1 A_m \cos \theta_m) \\ \therefore F_{Sy} &= \sum \rho (V_1 \cos \theta_y) (V_1 A_m \cos \theta_m) \\ F_{Sz} &= \sum \rho (V_1 \cos \theta_z) (V_1 A_m \cos \theta_m) \end{aligned}$$

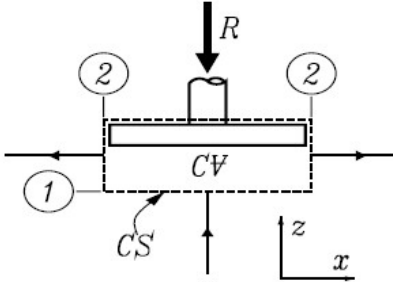
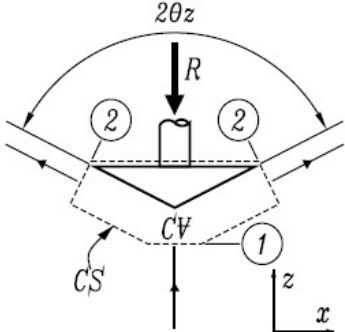
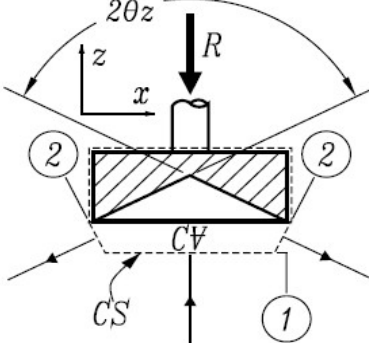
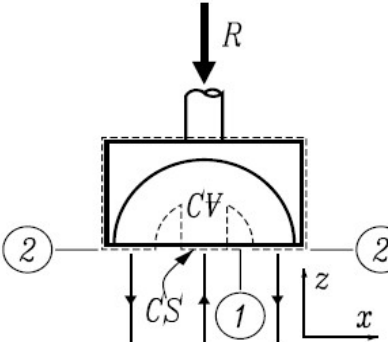
โดยที่ A = ขนาดพื้นที่ของ section ที่ m ของ control surface

θ_x = มุมระหว่าง unit normal vector ของ A_m กับ แกน x

θ_y = มุมระหว่าง unit normal vector ของ A_m กับ แกน y

θ_z = มุมระหว่าง unit normal vector ของ A_m กับ แกน z

เพราะฉะนั้นการถ่ายเทโมเมนตัมสำหรับเข้าปะทะต่างๆจะแตกต่างกันไปตามรูปร่างของเข้าปะทะดังตัวอย่างต่อไปนี้

| | |
|---|--|
|  | <p>1. flat plate target:</p> $F_{Sx} = 0$ $F_{Sy} = 0$ $F_{Sz} = -\rho V_1^2 A_1 = -\rho V_1 (V_1 A_1) = -R$ $\therefore R = \rho V_1 Q$ |
|  | <p>2. conical target:</p> $F_{Sx} = 0$ $F_{Sy} = 0$ $F_{Sz} = -\rho V_1^2 A_1 + \rho V_1^2 A_2 \cos(\pm\theta_z)$ $= -\rho V_1 \dot{V} + \rho V_1 \dot{V} \cos\theta_z = -R$ $\therefore R = \rho V_1 Q (1 - \cos\theta_z)$ |
|  | <p>3. invert conical target:</p> $F_{Sx} = 0$ $F_{Sy} = 0$ $F_{Sz} = -\rho V_1^2 A_1 + \rho V_1^2 A_2 \cos(\pi \pm \theta_z)$ $= -\rho V_1 \dot{V} - \rho V_1 \dot{V} \cos\theta_z = -R$ $\therefore R = \rho V_1 Q (1 + \cos\theta_z)$ |
|  | <p>4. hemispherical target:</p> $F_{Sx} = 0$ $F_{Sy} = 0$ $F_{Sz} = -\rho V_1^2 A_1 + \rho V_1^2 A_2 \cos\pi$ $= -\rho V_1 \dot{V} - \rho V_1 \dot{V} = -R$ $\therefore R = 2\rho V_1 Q$ |

ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการติดตั้งหัว Nozzle และเป่าปะทะ
2. ทำการเปิดวาล์ว v_4 (Diaphragm valve) และวาล์ว v_2 (Ball valve)
3. น้ำจะไหลผ่านมิเตอร์น้ำและหัว Nozzle เข้าปะทะกับเป่าปะทะ แรงดันน้ำจะดันให้เป่าปะทะเคลื่อนร่อนน้ำหนักลอยสูงขึ้น ปรับระดับความสูงของฐานร่อนน้ำหนักให้ได้ความสูง.....cm
4. ทำการใส่ลูกตุ้มน้ำหนักลงบนฐานร่อนน้ำหนัก และทำการปรับค่าอัตราการไหลโดยวาล์ว v_1 เพื่อให้ฐานร่อนน้ำหนักลอยสูงขึ้นที่ระดับเดิม
5. ทำการจับเวลาที่ Rotameter และบันทึกผลการทดลองเพื่อหาอัตราการไหลจริง
6. ทำการเพิ่มลูกตุ้มน้ำหนัก ลงบนฐานร่อนน้ำหนัก และทำการทดลองตามข้อ 4-5
7. เมื่อทำการเปลี่ยนลูกตุ้มน้ำหนัก จนแรงดันน้ำดันฐานร่อนน้ำหนักไม่ขึ้น
8. เมื่อทำการบันทึกค่าต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการเปิด switch ป้อนน้ำ และเปลี่ยนเป่าปะทะขนาดต่างๆ และทำการทดลองตามข้อ 2-7

ผลการทดลอง

1. ทำการคำนวณหาค่า R_{ac}, R_{th} (Reaction) ที่กระทำต่อชุดเป่าปะทะ และฐานร่อนน้ำหนัก
2. ในการทดลองเป่าปะทะแต่ละชนิดจะสามารถทำการรับแรง (น้ำหนัก) จากชุดเป่าปะทะและฐานร่อนรับน้ำหนักมากที่สุดได้เท่าไร
3. ทำการเขียนกราฟระหว่างค่าอัตราการไหล (Q_{ac}) กับค่าแรงต้านเนื่องจากลูกตุ้มน้ำหนัก (reaction R_{ac}, R_{th}) ทั้งสองค่า

คำถามหลังการทดลอง

- 1) จงพิสูจน์สมการของโมเมนตัมของตัวปะทะทั้ง 4 แบบ

| | |
|--|------------------------------|
| 1. $R = \rho V_p Q$ | สำหรับ Flat plate target |
| 2. $R = \rho V_p Q(1 - \cos \theta_2)$ | สำหรับ Conical target |
| 3. $R = \rho V_p Q(1 + \cos \theta_2)$ | สำหรับ Invert conical target |
| 4. $R = 2\rho V_p Q$ | สำหรับ Hemispherical target |
- 2) จงอธิบายลักษณะการไหลของลำเจ็ต ภายหลังการเข้าปะทะกับเป่าปะทะแต่ละชนิด

เพิ่มเติม

1. จากการทดลอง สามารถวัดอัตราการไหลได้อย่างไร
2. จากการทดลอง หาค่า v_1 และ v_0 ได้อย่างไร
3. จากการทดลอง เป้าปะทะชนิดใดที่รับแรงกระทำได้มากที่สุด
4. จากการทดลอง เป้าปะทะชนิดใดที่รับแรงกระทำได้น้อยที่สุด
5. จากการทดลอง จงเรียงลำดับความสามารถในการรับแรงกระทำของเป้าปะทะแต่ละชนิด จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด
6. จากการทดลอง จงเรียงลำดับความสามารถแรงกระทำที่กระทำต่อเป้าปะทะแต่ละชนิด จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด
7. ในการทดลองเป้าปะทะมีลักษณะ อะไรบ้าง
8. สามารถหาค่า Δv ได้อย่างไร
9. มุมของเป้าปะทะที่ทำการทดลองมีอะไรบ้าง
10. ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง มีอะไรบ้าง

หนังสืออ้างอิง

1. "MECHANIC OF FLUIDS", Third Edition, Irving H. Shames, McGRAW-HILL
2. "INTRODUCTION TO FLUID MECHANICS", Third Edition, FOX McDonald, WILEY

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กำหนดให้

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเท่ากับ mm.

H = ระยะความสูงที่เป่าลอยอยู่ที่จุดสมดุลเท่ากับ m.

M = น้ำหนักของฐานรองรับของเป่าปะทะกับตัวเป่าปะทะเท่ากับ.....0....kg

M_1 = น้ำหนักที่ใส่เพิ่มเข้ามาที่ฐานรองรับน้ำหนัก (kg)

เป่าปะทะแบบ

| No. | m_1 (kg) | $m_2=(m+m_1)$ (kg) | m_2 g (N) | Q (l/h) | Q (m^3/s) | V_1 (m/s) | R_{th} (N) | % error |
|-----|------------|--------------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

เป่าปะทะแบบ

| No. | m_1 (kg) | $m_2=(m+m_1)$ (kg) | m_2 g (N) | Q (l/h) | Q (m^3/s) | V_1 (m/s) | R_{th} (N) | % error |
|-----|------------|--------------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

เป่าปะทะแบบ

| No. | m_1 (kg) | $m_2=(m+m_1)$ (kg) | m_2 g (N) | Q (l/h) | Q (m^3/s) | V_1 (m/s) | R_{th} (N) | % error |
|-----|------------|--------------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

ตารางบันทึกผลการทดลอง

กำหนดให้

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเท่ากับ mm.

H = ระยะความสูงที่เป่าลอยอยู่ที่จุดสมดุลเท่ากับ m.

M = น้ำหนักของฐานรองรับของเป่าปะทะกับตัวเป่าปะทะเท่ากับ.....0....kg

M_1 = น้ำหนักที่ใส่เพิ่มเข้ามาที่ฐานรองรับน้ำหนัก (kg)

เป่าปะทะแบบ

| No. | m_1 (kg) | $m_2=(m+m_1)$ (kg) | m_2 g (N) | Q (l/h) | Q (m^3/s) | V_1 (m/s) | R_{th} (N) | % error |
|-----|------------|--------------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

เป่าปะทะแบบ

| No. | m_1 (kg) | $m_2=(m+m_1)$ (kg) | m_2 g (N) | Q (l/h) | Q (m^3/s) | V_1 (m/s) | R_{th} (N) | % error |
|-----|------------|--------------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

เป่าปะทะแบบ

| No. | m_1 (kg) | $m_2=(m+m_1)$ (kg) | m_2 g (N) | Q (l/h) | Q (m^3/s) | V_1 (m/s) | R_{th} (N) | % error |
|-----|------------|--------------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------------|---------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

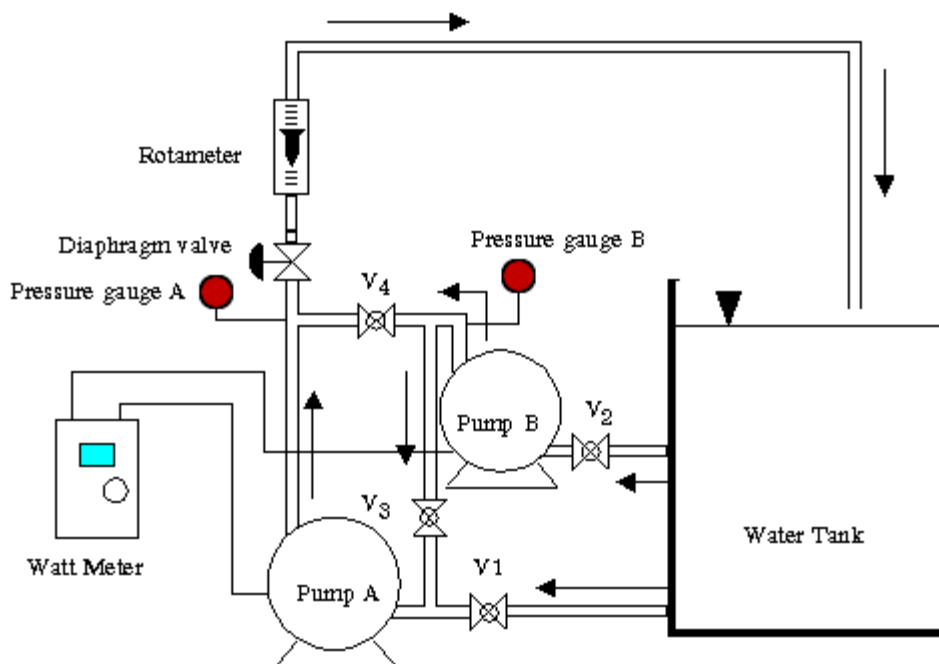
การทดลองที่ 5
ชุดทดลองหาประสิทธิภาพของปั๊มน้ำที่ต่อขนานและอนุกรมกัน
(Parallel and Serial Pump Efficiency Test)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการศึกษาค่าประสิทธิภาพของปั๊มน้ำ
2. เพื่อทำการศึกษาค่าประสิทธิภาพของปั๊มน้ำสองตัวที่มีการต่อแบบขนานและแบบอนุกรม

อุปกรณ์การทดลอง

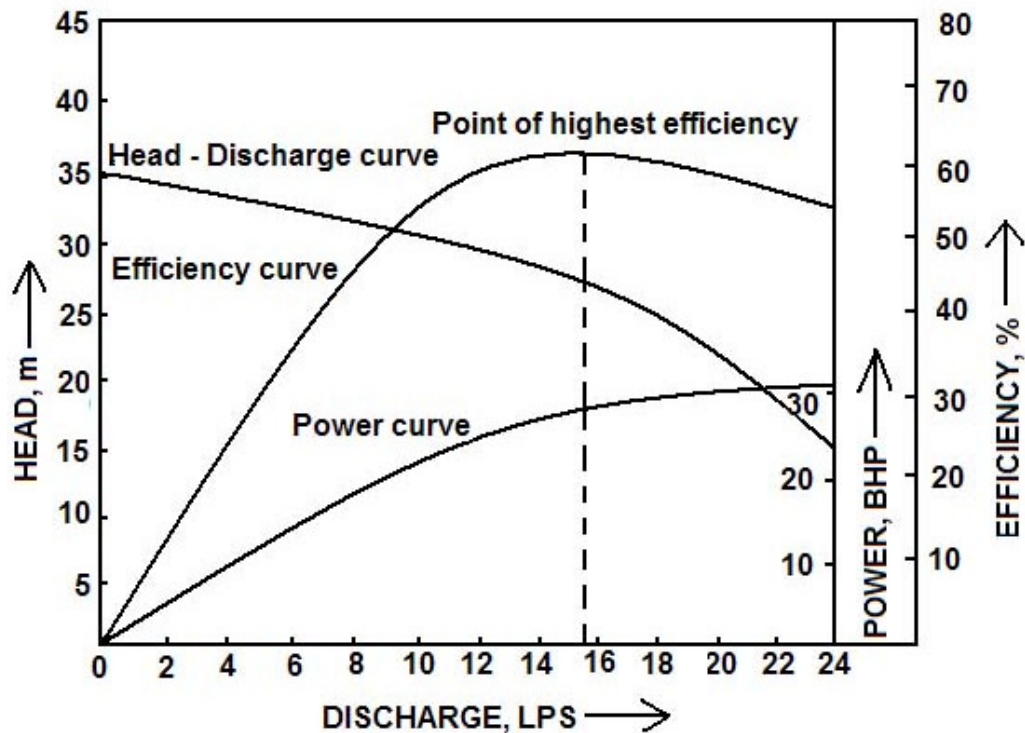
1. ปั๊มน้ำ 2 ตัว
2. Pressure gauge
3. Rotameter
4. Watt meter
5. Diaphragm valve
6. Ball valve



รูปที่ 1. ไดอะแกรมแสดงชุดทดลอง

ทฤษฎี

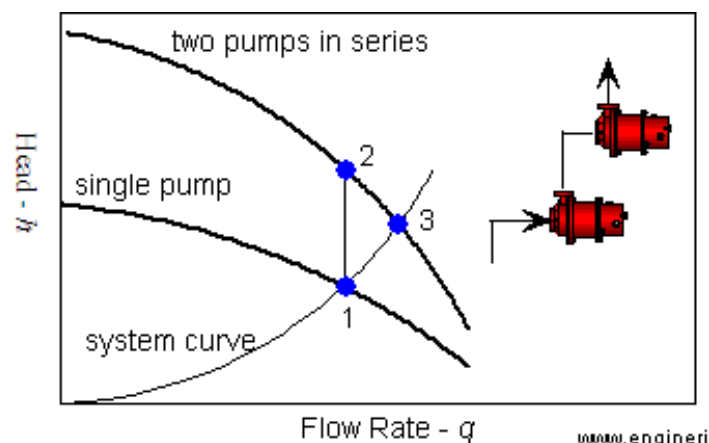
ปั๊มน้ำโดยทั่วไปจะมีกราฟแสดงประสิทธิภาพของปั๊ม โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าประสิทธิภาพ กำลังที่ใช้ขับและค่าความดันหรือ Head ที่ค่าอัตราการไหลต่างๆ ซึ่งพบว่าจุดที่ค่า Head และค่าอัตราการไหลได้ค่าประสิทธิภาพสูงสุด จะใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 2. กราฟสมรรถนะของปั๊มทั่วไป (pump performance curve)

การต่อปั๊มแบบอนุกรม (Pumps in Serial - Head Added)

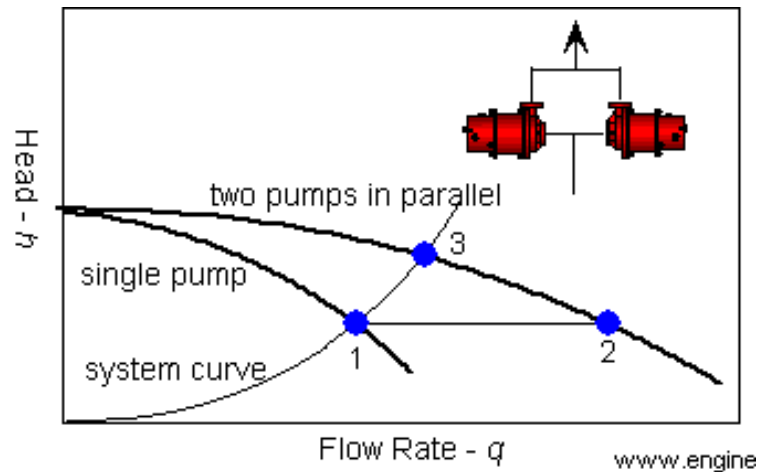
การต่อปั๊มตั้งแต่สองตัวหรือมากกว่าในลักษณะวางเรียงกันแบบอนุกรมจะเป็นผลทำให้พลังงานหัวน้ำเพิ่มขึ้นที่อัตราการไหลเดียวกัน



รูปที่ 3. สมรรถนะของปั๊มต่อแบบอนุกรม

การต่อปั๊มแบบขนาน (Pumps in Parallel – Flow Rate Added)

ปั๊มตั้งแต่สองตัวหรือมากกว่าวางเรียงกันแบบขนานจะเป็นผลทำให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้นแต่พลังงานหัวน้ำยังคงมีค่าเท่าเดิม



รูปที่ 4. สมรรถนะของการติดตั้งปั๊มแบบขนาน

โดยจากผลการทดลองสามารถคำนวณหาค่า Total head ได้จาก

$$H = \frac{P_d - P_s}{\rho g} + \frac{V_d^2 - V_s^2}{2g} + Z_d - Z_s \quad (1)$$

โดยที่

P_d = ความดันด้านส่งน้ำของปั๊ม (Discharge pressure; Pa)

P_s = ความดันด้านดูดของปั๊ม (Suction pressure; Pa)

V_d = ความเร็วของน้ำด้านส่งของปั๊ม (Discharge velocity; m/s)

V_s = ความเร็วของน้ำด้านดูดของปั๊ม (Suction velocity; m/s)

Z_d = ระดับความสูงของท่อน้ำด้านส่งของปั๊ม (Discharge level; m)

Z_s = ระดับความสูงของท่อน้ำด้านดูดของปั๊ม (Suction level; m)

พลังงานหัวน้ำ (Total head) สามารถคำนวณได้จากสมการ (2)

$$H = \frac{P_d}{\rho g} + Z_d - Z_s \quad ; \quad (m) \quad (2)$$

เมื่อ

ρ = ความหนาแน่นของของไหลที่ไหลผ่านปั๊ม (kg/m^3)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 m/s^2)

สำหรับการหาค่ากำลังในการขับปั๊มพิจารณาจากสมการ (3)

$$P_w = \rho g \dot{Q} H \quad (\text{W}) \quad (3)$$

ขณะที่

\dot{Q} = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของของไหล (m^3/s)

H = พลังงานหัวน้ำ (m)

และการคำนวณกำลังม้าสุทธิ (Brake Horse Power) สามารถหาได้จากสมการ (4)

$$\text{BHP} = T \omega = 2\pi \left(\frac{N}{60} \right) T \quad (\text{W}) \quad (4)$$

โดยที่

N = ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)

T = แรงบิดของมอเตอร์ (N-m)

และประสิทธิภาพของปั๊มคำนวณด้วยสมการ (5)

$$\eta = \frac{P_w}{P_E} \times 100\% \quad (5)$$

เมื่อ

P_E = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับปั๊ม (W)

วิธีการทดลอง

1. ทำการเปิด Diaphragm valve ให้สุดและเปิด Ball valve เบอร์ V_1 , V_2 , V_4 และปิด V_3 สำหรับทดลองปั๊มที่มีการต่อแบบขนาน ส่วนการทดลองปั๊มที่มีการต่อแบบอนุกรมให้ทำการเปิด Ball valve เบอร์ V_2 , V_3 และปิด V_1 , V_4

- สำหรับการทดลองปั๊ม A ทำการเปิด Ball valve เบอร์ V_1 และปิด V_2 , V_3 , V_4

- สำหรับการทดลองปั๊ม B ทำการเปิด Ball valve เบอร์ V_2 , V_4 และปิด V_1 , V_3

2. ทำการเปิดสวิตช์ปั๊มน้ำ ถ้าเป็นการทดลองปั๊มที่มีการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน ให้ทำการเปิดสวิตช์ปั๊มน้ำทั้ง 2 ตัว ซึ่งถ้าเป็นการทดลองปั๊ม A ให้ทำการเปิดสวิตช์ปั๊ม A และถ้าเป็นการทดลองปั๊ม B ให้ทำการเปิดสวิตช์ปั๊ม B

3. หลังจากเปิดสวิตช์ปั๊มน้ำแล้ว ให้ทำการปรับค่าอัตราการไหลที่ Diaphragm valve ตามค่าที่กำหนดให้

4. เมื่อทำการปรับค่าอัตราการไหลได้ตามต้องการแล้ว จึงเริ่มทำการบันทึกค่าของความดันโดยอ่านได้จาก Pressure gauge โดย

- การทดลองปั๊มที่มีการต่อแบบอนุกรมให้ทำการอ่านค่าจาก Pressure gauge A
 - การทดลองปั๊มที่มีการต่อแบบขนานให้ทำการอ่านค่าจาก Pressure gauge A
 - การทดลองปั๊ม A ให้ทำการอ่านค่าจาก Pressure gauge A
 - การทดลองปั๊ม B ให้ทำการอ่านค่าจาก Pressure gauge B
5. ทำการแปลงค่าอัตราการไหลและค่าความดันลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลอง

1. กำหนดกำลังการไหล (P_w) และ ประสิทธิภาพ (η) แล้วบันทึกลงในตารางผลการทดลอง
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (\dot{Q}) และพลังงานหัวน้ำ (H) ของปั๊มที่ต่อกันแบบต่างๆ
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (\dot{Q}) และกำลังของปั๊ม (P_w) ที่ต่อกันแบบต่างๆ
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (\dot{Q}) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับปั๊ม (P_E) ของปั๊มต่อกันแบบต่างๆ
5. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล (\dot{Q}) และ ประสิทธิภาพ (η) ของปั๊มที่ต่อกันแบบต่างๆ

คำถามหลังการทดลอง

1. การต่อปั๊มน้ำแบบอนุกรมและแบบขนานของทั้งสองแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร ให้ทำการเปรียบเทียบมา
2. ปรากฏการณ์ Cavitations ในระบบมีสาเหตุมาจากอะไรและมีวิธีการแก้ไขได้อย่างไร

หนังสืออ้างอิง

-A.J.Stepanoff, "Flow Pumps Design and Application", John Wiley and Sons, Inc 1957

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

การทดสอบปั๊ม A

เปิด V_1 ปิด V_2, V_3, V_4 P_d อ่านเกจ A

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

การทดสอบปั๊ม B

เปิด V_2, V_4 ปิด V_1, V_3 P_d อ่านเกจ B

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

การต่อปั๊มแบบขนาน

เปิด V_1, V_2, V_4 ปิด V_3 P_d อ่านเกจ A

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4

การต่อปั๊มแบบอนุกรม

เปิด V_2, V_3 ปิด V_1, V_4 P_d อ่านเกจ A

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ใบงานที่ 1 ผลทดสอบปั๊ม A

การทดสอบปั๊ม A

เปิด V_1 ปิด V_2, V_3, V_4 P_d อ่านเกจ A

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ใบงานที่ 2 ผลทดสอบปั๊ม B

การทดสอบปั๊ม B

เปิด V_2, V_4 ปิด V_1, V_3 P_d อ่านเกจ B

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ใบงานที่ 3 ผลทดสอบปั๊มแบบขนาน

การต่อปั๊มแบบขนาน

เปิด V_1, V_2, V_4

ปิด V_3

P_d อ่านเกจ A

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ใบงานที่ 4 ผลทดสอบปั๊มแบบอนุกรม

การต่อปั๊มแบบอนุกรม

เปิด V_2, V_3

ปิด V_1, V_4

P_d อ่านเกจ A

| \dot{Q} (L/hr) | \dot{Q} (m ³ /sec) | P_d (psi) | P_d (Pa) | H (m) | P_E (watt) | P_w (watt) | η (%) |
|---------------------|------------------------------------|----------------|---------------|------------|-----------------|-----------------|---------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

การทดลองที่ 6

ชุดทดลองประสิทธิภาพกังหันน้ำเพลตัน (Pelton Water Turbine Efficiency Test Set)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาทฤษฎีของ Pelton turbine
2. ศึกษาประสิทธิภาพของ Pelton turbine โดยใช้ใบพัดแบบ Pelton
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆเช่น ความเร็วของหัวฉีด (nozzle) ที่ตำแหน่งต่างๆและค่าอัตราการไหลต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของ Pelton turbine



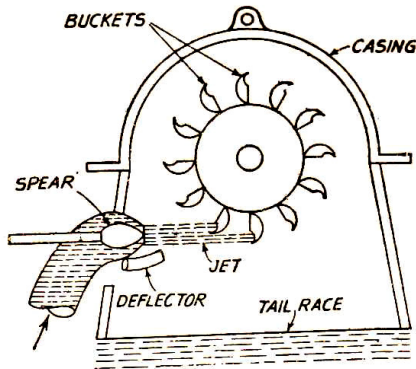
รูปที่ 1. Pelton Turbine

อุปกรณ์การทดลอง

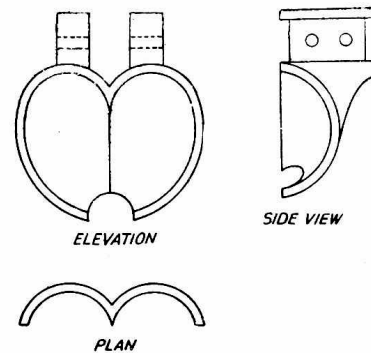
1. ชุดทดลองกังหันน้ำ (Pelton Turbine)
2. ชุดหัวฉีด (Nozzle)
3. ตาชั่งสปริงช่วงการวัด 0-5 kg
4. ชุดแวนตัมน้ำหนัก ($m=0.025$ kg)
5. ชุดวัดอัตราการไหลของน้ำ (Rotameter)
6. เครื่องวัดความเร็วรอบ (Tachometer)
7. ตัมน้ำหนัก (0.1 kg)

ทฤษฎี

Pelton turbine เป็นกังหันแบบ Impulse ที่มีใช้ในปัจจุบันมากที่สุด โดยเฉพาะกรณีที่ต้องการแรงดันที่สูง กังหันจะถูกขับเคลื่อนด้วยพลังงานจลน์ (Kinetic Energy) ของน้ำที่พุ่งเป็นลำ Jet จากหัวฉีด (Nozzle) วิ่งมากระทบกับใบ (Bucket) ซึ่งติดอยู่รอบๆ และถูกผลัดกันให้หมุนไปโดยตัว Bucket ตัวต่อมา ซึ่งจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกลำน้ำ Jet พุ่งชนอย่างต่อเนื่อง โดยจะทำให้หมุนด้วยความเร็วรอบอย่างต่อเนื่องและให้แรงบิดออกมา ซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ตามเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2. การทำงานของ Pelton Wheel



รูปที่ 3. รายละเอียดของใบ (Bucket Turbine)

จากหลักการของ Control volume และ linear momentum ในทิศทาง x จะได้สมการ

$$\Sigma F_x = \frac{\partial}{\partial T} \int PV_x dV_x + \frac{\partial}{\partial T} \int_{cs} PV_x V dA \quad (1)$$

สามารถจัดรูปสมการใหม่ได้เป็น

$$R_x = \Sigma F_x = \rho Q (V_i - u)(1 + \cos \beta) \quad (2)$$

จะได้ Torque และ Power

$$T = -F_x r = \rho Q r (V_i - u)(1 + \cos \beta) \quad (3)$$

$$P = -F_x u = \rho Q r (V_i - u)(1 + \cos \beta) \omega \quad (4)$$

การคำนวณ Brake Horse Power

$$BHP = \frac{(M)gD\omega}{2} \quad (5)$$

$$\omega = (2\pi N/60) \quad (6)$$

| | | |
|--------|----------|--|
| โดยที่ | M | = น้ำหนักที่ถ่วง (kg) |
| | ω | = ความเร็วเชิงมุมของกงล้อ (rad/s) |
| | N | = ความเร็วรอบของกังหัน Pelton (rev/min) |
| | D | = เส้นผ่าศูนย์กลางของกงล้อ (m) |
| | V_i | = ความเร็วที่ของไหลพุ่งออกจากหัวฉีดเข้ากระทำกับใบ Pelton (m/s) |
| | u | = ความเร็วของซามล้อที่ทางเข้าและออก (ωr), (m/s) |
| | β | = มุมของความเร็วที่ออกจากหัวฉีดเท่ากับ 15 องศา |

ประสิทธิภาพของกังหันน้ำจากการทดลอง

$$\eta = \frac{BHP}{Power} \times 100\% \quad (7)$$

วิธีการทดลอง

1. เปิดปั้มน้ำและ ปรับค่าอัตราการไหลตามที่กำหนด (1,000 L/hr) จากโรตاميเตอร์
2. ใช้ Tachometer วัดความเร็วรอบของกังหันน้ำ เมื่อ ไม่มี load มากระทำ ทำการบันทึกค่า
3. ใ้ค้ก่อนน้ำหนักขนาด 100 กรัม ลงบนชุดแขนตุ้มน้ำหนักและอ่านค่าความเร็วรอบที่เพลาหมุนที่ทำการบันทึกค่า
4. เพิ่มจำนวนตุ้มน้ำหนักเพิ่มครั้งละก้ก่อน ทำซ้ำข้อ 2 จนกระทั่งกังหันหยุดหมุน
5. เปลี่ยนค่าอัตราการไหลใหม่ตามที่กำหนด และทำการทดลองตามข้อ 1-4

ผลการทดลอง

1. เขียนกราฟระหว่างความเร็วรอบ(N) ของกังหันน้ำ กับ แรงบิด (Torque)
2. เขียนกราฟระหว่างความเร็วรอบ (N) ของกังหันน้ำ กับ กำลังทางทฤษฎี (Power)
3. เขียนกราฟระหว่างความเร็วรอบ (N) ของกังหันน้ำ กับ กำลังม้า (BHP)
4. เขียนกราฟระหว่างความเร็วรอบ (N) ของกังหันน้ำ กับ ประสิทธิภาพของกังหัน Pelton (η)

คำถามหลังการทดลอง

1. ในการทดลองค่าอัตราการไหลมีผลต่อค่า Torque, Power, Efficiency และ BHP อย่างไร
2. ใบกังหันน้ำแบบ Pelton Turbine, Francis Turbine และแบบ Kaplan Turbine เป็นแบบ Impulse turbine หรือ Reaction Turbine เพราะเหตุใด
3. ใบกังหันน้ำแบบ Francis Turbine และแบบ Kaplan Turbine มีหลักการทำงานที่แตกต่างจาก Pelton Turbine อย่างไร

หนังสืออ้างอิง

1. William S.Janna,Introduction to fluid Mechanics, Third Edition, PES Publishing, 1993
2. S.S.Rattan , Fluid Machines, Second Edition , Khanna Publishing Delhi , 1994
3. S.C.Sharma , T.R. Banga ,Hydraulic Macines, Sixth Edition, Khanna Publishers, 1995

ตารางบันทึกการทดลอง

กำหนดให้

- เส้นผ่าศูนย์กลางของวงล้อ (Runner) = m
 มุมของน้ำที่ขาออกจาก Bucket (β) = องศา
 พื้นที่หน้าตัดของหัวฉีด(A) = m²
 อัตราการไหล(Q) = L/hr..... m³/s
 ความเร็วน้ำที่หัวฉีด (Vi) = m/s

| M(kg) | N(rev/min) | ω (rad/sec) | BHP(watt) | Torque(J) | Power(watt) | η (%) |
|-------|------------|--------------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

- อัตราการไหล(Q) = L/hr..... m³/s
 ความเร็วน้ำที่หัวฉีด (Vi) = (m/s)

| M(kg) | N(rev/min) | ω (rad/sec) | BHP(watt) | Torque(J) | Power(watt) | η (%) |
|-------|------------|--------------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

อัตราการไหล(Q) =L/hr..... m^3/s

ความเร็วที่หัวฉีด (Vi) = (m/s)

| M(kg) | N(rev/min) | ω (rad/sec) | BHP(wa tt) | Torque(J) | Power(wa tt) | η (%) |
|-------|------------|--------------------|---------------|---------------|-----------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

อัตราการไหล(Q) =L/hr..... m^3/s

ความเร็วที่หัวฉีด (Vi) = (m/s)

| M(kg) | N(rev/min) | ω (rad/sec) | BHP(wa tt) | Torque(J) | Power(wa tt) | η (%) |
|-------|------------|--------------------|---------------|---------------|-----------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

อัตราการไหล(Q) =L/hr..... m^3/s

ความเร็วที่หัวฉีด (Vi) = (m/s)

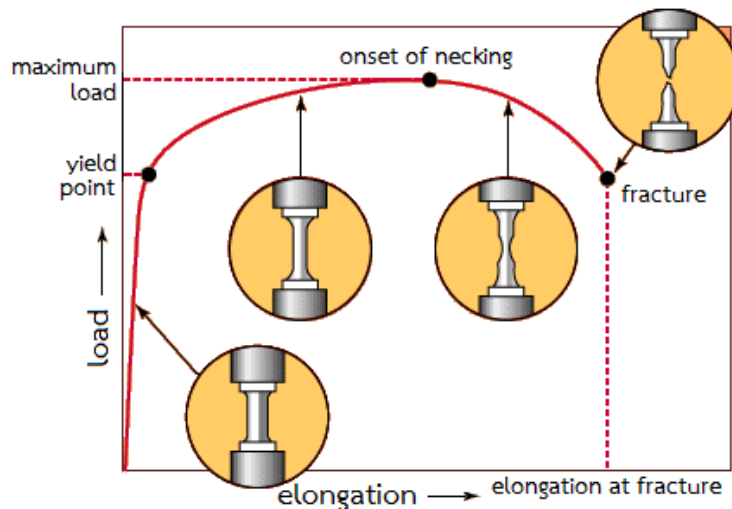
| M(kg) | N(rev/min) | ω (rad/sec) | BHP(wa tt) | Torque(J) | Power(wa tt) | η (%) |
|-------|------------|--------------------|---------------|---------------|-----------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

การทดลองที่ 7

ชุดทดสอบแรงดึง (Tensile Test)

สมบัติเชิงกล (Mechanical properties) คือพฤติกรรมของวัสดุที่แสดงออกมาเมื่อรับภาระทางกล (Mechanical loads) จากภายนอก โดยสมบัติเชิงกลที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในงานวิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมอุตสาหกรรมการผลิต ได้แก่ กำลัง (Strength) ความคงรูป (Stiffness) ความเหนียว (Ductility) ความคงตัว (Resilience) ความแกร่ง (Toughness) และ ความแข็ง (Hardness) โดยสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ถูกอ้างอิงและนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางที่สุดก็คือ กำลัง ความคงรูป และ ความเหนียวซึ่งสามารถหาจากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมเชิงกลของวัสดุจากการทดลองที่เรียกว่า การดึงทดสอบ (Tensile test)

หลักพื้นฐานของการดึงทดสอบก็คือ การจับยึดแต่ละปลายของ ชิ้นทดสอบ (Specimen) ที่รู้มิติขนาด เช่น ความยาว (Length) และ พื้นที่หน้าตัด (Cross-sectional area) ไว้ด้วยปากจับ (Grips) ซึ่งปากจับอันหนึ่งใช้ยึดปลายข้างหนึ่งของชิ้นทดสอบไว้ให้อยู่นิ่ง ขณะที่ปากจับอีกอันหนึ่งใช้ดึงอีกปลายของชิ้นทดสอบด้วย ภาระ (Load) ที่เพิ่มขึ้น โดยต้องบันทึกค่าทั้งภาระและความยาวที่เปลี่ยน (Change in length) ณ ขณะเวลาเดียวกันเสมอตลอดการดึงทดสอบจนกระทั่งชิ้นทดสอบแตกหัก ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาระ และระยะยืดพร้อมภาพอธิบายประกอบของการดึงทดสอบ

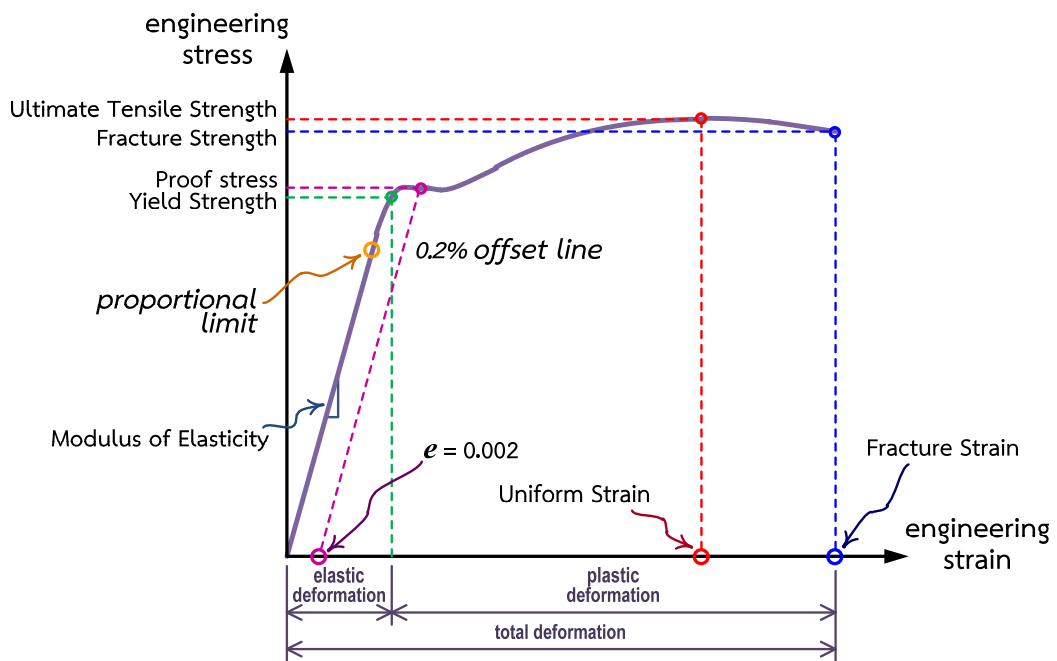
จะเห็นได้ว่า ขนาดของภาระที่ทำให้ชิ้นทดสอบเสียหาย (Failure) ของวัสดุชนิดหนึ่งๆ นั้นอาจไม่คงที่ขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นทดสอบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการนำข้อมูลการดึงทดสอบนี้มาใช้อย่างมีมาตรฐานเพื่อให้สามารถระบุได้ว่า วัสดุแต่ละชนิดที่เลือกใช้สามารถทำให้ชิ้นงานที่ออกแบบนั้นรองรับภาระที่มากระทำด้วยขนาดที่แน่นอนเท่าไร ดังนั้นวิธีมาตรฐานดังกล่าวต้องสามารถใช้รายงานเปรียบเทียบ “ความสามารถในการรับภาระทางกล” หรือ ความเค้น (Stress) ของวัสดุแต่ละชนิดได้โดยไม่ขึ้นกับขนาด

ของมัน เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงค่าการเปลี่ยนของทั้งภาระและความยาวของชิ้นทดสอบให้อยู่ในรูปของค่ามาตรฐาน (Normalization) โดยการหารขนาดของภาระด้วยขนาดพื้นที่หน้าตัดเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ และให้ทำการหารขนาดความยาวที่เปลี่ยนไปด้วยขนาดความยาวเริ่มต้นของชิ้นทดสอบ อัตราส่วนมาตรฐานทั้งสองข้างต้นนี้สามารถอ้างอิงถึงตามนิยามซึ่งแสดงไว้ดังสมการที่ 1 และ 2 ในชื่อเชิงวิทยาศาสตร์ว่า ความเค้นทางวิศวกรรม (Engineering stress) และ ความเครียดทางวิศวกรรม (Engineering strain) ตามลำดับ

$$\text{- Engineering stress, } s = \frac{\text{load}}{\text{initial cross-sectional area}} = \frac{P_i}{A_0} \quad (1)$$

$$\text{- Engineering strain, } e = \frac{\text{change in length}}{\text{initial length}} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_i - L_0}{L_0} \quad (2)$$

โลหะ (Metals) คือวัสดุซึ่งเป็นที่นิยามถูกนำมาใช้สำหรับการออกแบบทางกล (Mechanical design) โดยสมบัติเชิงกลพื้นฐานทั้งสามของโลหะสามารถวิเคราะห์ได้จากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจากการดึงทดสอบ (ดังแสดงในรูปที่ 2) ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2. เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดจากการดึงทดสอบ

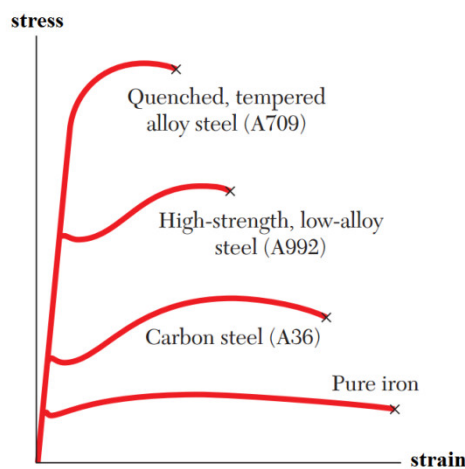
1. กำลัง (Strength) ประกอบด้วย

- กำลังคราก (Yield strength) คือความสามารถของวัสดุในการต้านทานภาระทางกลที่ทำให้เกิดการเสียรูปอย่างถาวร (Plastic deformation) โดยวัสดุที่รับภาระทางกลน้อยกว่าความเค้นจุดครากจะเกิดการเสียรูปอย่างชั่วคราว (Elastic deformation) เท่านั้นและสามารถย้อนกลับไปสู่ขนาดและรูปร่างเดิมเมื่อภาระทางกลนั้นได้ถูกนำออกไป

- ความต้านแรงดึงสูงสุด (Ultimate tensile strength) คือ ความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุดเท่าที่วัสดุชนิดนั้นจะรับได้หลังเกิดการเสียรูปอย่างถาวร ซึ่ง ณ ขณะเวลานั้นก็พบว่า การเกิดคอคอด (Necking) ขึ้นบนวัสดุ จึงเป็นผลให้ความสามารถในการรับแรงดึงของวัสดุลดลง

- กำลังประลัย (Fracture strength) ความสามารถของวัสดุในการรับภาระทางกลหลังผ่านจุดรับแรงดึงสูงสุดค่าสุดท้ายของวัสดุก่อนเกิดการแตกหัก (Fracture) ของวัสดุนั้น

- ความเค้นพิสูจน์ (Proof stress) วัสดุหลายชนิดไม่มีจุดครากที่ชัดเจน (ดังแสดงในรูปที่ 3) ซึ่งในกรณีนี้จะใช้ความเค้น ณ จุดตัดของเส้นตรงที่ลากจากแกนความเครียด ณ ค่า 0.002 (หรือ 0.2%) ขนานกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของเส้นข้อมูลกับเส้นข้อมูล



รูปที่ 3. เส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของเหล็กชนิดต่างๆ

2. ความคงรูป (Stiffness) ซึ่งก็คือ

- มอดูลัสสภาพยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) หรือ มอดูลัสของยัง (Young's modulus) เป็นค่าบอกระดับ ความคงรูป (Stiffness) ของวัสดุขณะรับภาระทางกลภายใต้การเสียรูปอย่างชั่วคราว โดยสามารถหาได้จาก ความชัน (Slope) ของช่วงที่เป็นเส้นตรงของเส้นข้อมูลก่อน จีดปฏิกิริยา (Proportional limit) ซึ่งเป็นจุดสูงสุดของช่วงเส้นตรงของเส้นข้อมูลนี้สำหรับงานทางวิศวกรรมเครื่องกลส่วนใหญ่เป็นการออกแบบให้เสียรูปอย่างชั่วคราวน้อยที่สุดตลอดการรองรับภาระทางกลหรือการทำงานดังนั้นจึงสนใจเฉพาะพฤติกรรมของโลหะเพียงส่วนที่เป็นเส้นตรงของเส้นข้อมูลจากการดึงทดสอบซึ่งภายใต้จีดปฏิกิริยานี้ความเค้น จะเป็นปฏิกิริยาตรงกับความเครียด โดยสามารถบรรยายได้ดังสมการที่ 3 ข้างล่างนี้

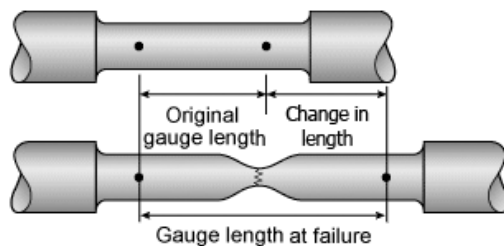
$$\sigma = E\varepsilon \quad (3)$$

ความสัมพันธ์เชิงเส้นข้างต้นถูกเสนอโดยนักวิทยาศาสตร์อังกฤษชื่อ Robert Hooke(1635~1703) ในนามของ กฎของฮุก (Hooke's law) และนิยามให้ สัมประสิทธิ์ E (หรือค่าคงตัวของการเป็นปฏิภาค) เป็น มอดูลัสสภาพยืดหยุ่น หรือ มอดูลัสของยัง ตามชื่อนักวิทยาศาสตร์อังกฤษ Thomas Young (1773~1829)

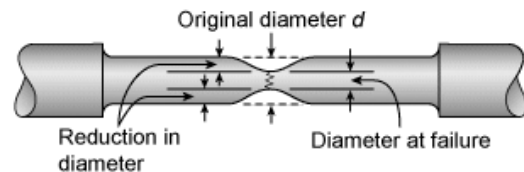
นอกจากนี้จะเห็นว่า สมการที่ 3 ไม่มีการเจาะจงทิศทางของความเค้นและความเครียด เนื่องจากสมการนี้สามารถประยุกต์ได้กับทุกทิศทาง อย่างไรก็ตามค่ามอดูลัส E ในแต่ละทิศทางของวัสดุเดียวกันไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากัน ถ้าวัสดุมีค่ามอดูลัส E เท่ากันทุกทิศทางจะถือว่าวัสดุนั้นเป็น Isotropic ในทางตรงข้ามถ้าค่ามอดูลัส E ขึ้นกับทิศทางก็จะถือว่าวัสดุนั้นเป็น Anisotropic

เมื่อพิจารณารูปที่ 3 ประกอบกับคำอธิบายกฎของฮุกข้างต้นแล้วจึงสามารถสรุปได้ว่า ไม่จำเป็นต้องระบุค่าของขีดปฏิภาคของวัสดุที่นำมาใช้เลย ทั้งนี้การคำนวณทางวิศวกรรมส่วนใหญ่เป็นการนำเอามอดูลัส E มาใช้งานตามกฎของฮุก ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องใช้ขีดปฏิภาคในการคำนวณออกแบบเลย นอกจากนั้นยังเป็นการยุ่งยากที่จะวิเคราะห์หาค่าขีดปฏิภาคที่แน่นอนของวัสดุต่างๆ

3. **ความเหนียว (Ductility)** คือความสามารถในการเสียรูปอย่างถาวร โดยไม่แตกหักของวัสดุ ประกอบด้วย



(ก) การวัดการยืดตัว



(ข) การวัดการลดลงของพื้นที่หน้าตัด

รูปที่ 4. การวัดความเหนียวของวัสดุจากการดึงทดสอบ

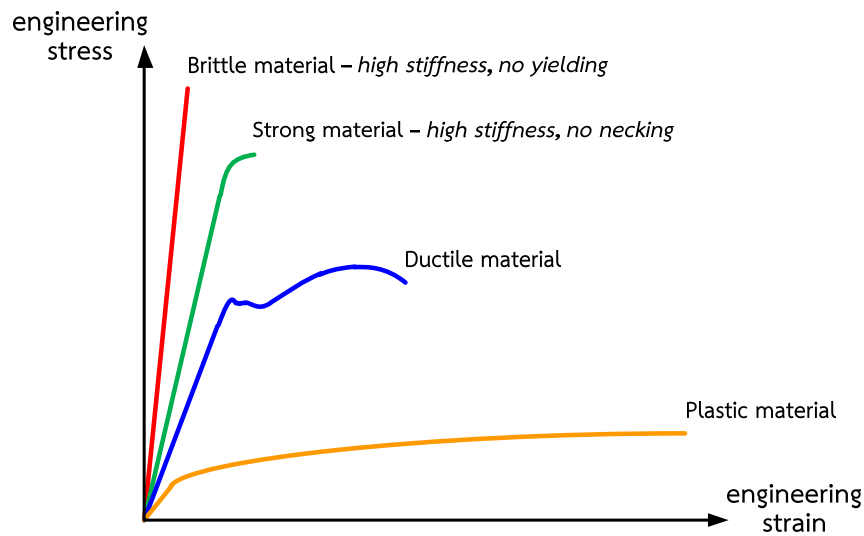
- การยืดตัว (Elongation) คืออัตราการยืดตัวเทียบกับความยาวเริ่มต้นของวัสดุภายใต้แรงดึงจนเกิดการแตกหัก (ดังรูปที่ 4.ก) โดยสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 4 ข้างล่างนี้

$$\%EL = \frac{\text{change in length at fracture point}}{\text{initial length}} \times 100\% = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (4)$$

- การลดลงของพื้นที่หน้าตัด (Reduction in Area) คืออัตราการลดลงของพื้นที่หน้าตัดเทียบกับพื้นที่เริ่มต้นของวัสดุภายใต้แรงดึงจนเกิดการแตกหัก (ดังรูปที่ 4.ข) โดยสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 5 ข้างล่างนี้

$$\%RA = \frac{\text{change in cross-sectional area at fracture point}}{\text{initial cross-sectional area}} \times 100\% = \frac{A_f - A_0}{A_0} \times 100\% \quad (5)$$

วัสดุทางวิศวกรรมสามารถแยกออกเป็นประเภทต่างๆ ได้โดยอาศัยการพิจารณาสมบัติเชิงกลทั้งสามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ดูตารางที่ 1 ประกอบ) และสามารถแสดงลักษณะที่แตกต่างของเส้นข้อมูลความเค้นและความเครียดจากการดึงทดสอบของวัสดุแต่ละประเภทได้ดังในรูปที่ 5 ทั้งนี้ วัสดุเปราะ (Brittle material) หมายถึง วัสดุที่มีการยืดตัว (%EL) ไม่เกิน 5% ในขณะที่ วัสดุเหนียว (Ductile material) หมายถึง วัสดุที่ทั้งการยืดตัว (%EL) และการลดลงของพื้นที่หน้าตัด(%RA) มีค่าไม่ต่ำกว่า 25%



รูปที่ 5. เส้นข้อมูลความเค้นและความเครียดจากการดึงทดสอบของวัสดุประเภทต่างๆ

ตารางที่ 1 สมบัติเชิงกล ณ อุณหภูมิห้อง ของวัสดุต่างๆ

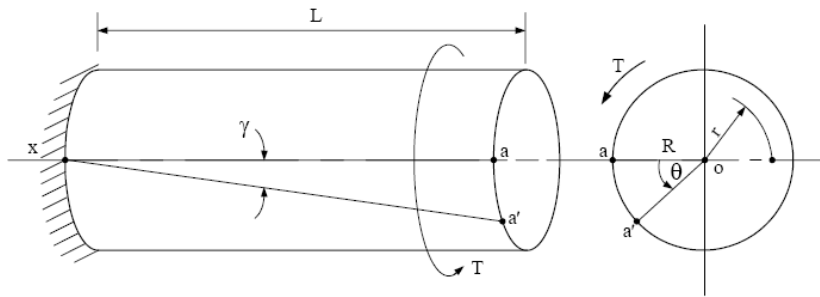
| Metals (Wrought) | E (GPa) | Y (MPa) | UTS (MPa) | Elongation in 50 mm (%) |
|------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------------------|
| Aluminum and its alloys | 69 –79 | 35 –550 | 90 –600 | 45 –4 |
| Copper and its alloys | 105 –150 | 76 –1100 | 140 –1310 | 65 –3 |
| Lead and its alloys | 14 | 14 | 20 –55 | 50 –9 |
| Magnesium and its alloys | 41 –45 | 130 –305 | 240 –380 | 21 –5 |
| Molybdenum and its alloys | 330 –360 | 80 –2070 | 90 –2340 | 40 –30 |
| Nickel and its alloys | 180 –214 | 105 –1200 | 345 –1450 | 60 –5 |
| Steels | 190 –200 | 205 –1725 | 415 –1750 | 65 –2 |
| Titanium and its alloys | 80 –130 | 344 –1380 | 415 –1450 | 25 –7 |
| Tungsten and its alloys | 350 –400 | 550 –690 | 620 –760 | 0 |
| Zinc and its alloys | 50 | 25 –180 | 240 –550 | 65 –5 |
| Nonmetallic Materials | | | | |
| Ceramics | 70 –1000 | — | 140 –2600 | 0 |
| Diamond | 820 –1050 | — | — | — |
| Glass and porcelain | 70 –80 | — | 140 | 0 |
| Silicon carbide (SiC) | 200 –500 | — | 310 –400 | — |
| Silicon nitride | 280 –310 | — | 160 –580 | — |
| Rubbers | 0.01 –0.1 | — | — | — |
| Thermoplastics | 1.4 –3.4 | — | 7 –80 | 1000 –5 |
| Thermoplastics, reinforced | 2 –50 | — | 20 –120 | 10 –1 |
| Thermosets | 3.5 –17 | — | 35 –170 | 0 |
| Boron fibers | 380 | — | 3500 | 0 |
| Carbon fibers | 275 –415 | — | 2000 –3000 | 0 |
| Glass fibers | 73 –85 | — | 3500 –4600 | 0 |
| Kevlar fibers | 62 –117 | — | 2800 | 0 |
| Spectra Fibers | 73 –100 | — | 2400 –2800 | 3 |

การทดลองที่ 8

ชุดทดสอบการบิด (Torsion Test)

1. ทฤษฎี

การบิด (Torsion) เป็นการให้โมเมนต์บิดแก่ชิ้นส่วนนั้น ๆ ดังเช่น เพลา (Shaft) ในระบบส่งกำลังทางกล หรือในอุปกรณ์ไขควงที่หมุนด้วยมือ เป็นต้น โดยที่ปลายข้างหนึ่งจะหมุน เมื่อเทียบกับปลายอีกข้างหนึ่งทำให้เกิดความเค้นบนหน้าตัดขวาง ความเสียหายอาจเกิดจากแรงเฉือนอย่างเดียว หรืออาจเกิดร่วมกับการดึงหรือการกด สำหรับเพลาที่มีการยึดแน่นที่ปลายด้านหนึ่งและอีกด้านหนึ่งถูกรับแรงบิด (T) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การบิดตัวของเพลา

จากรูปที่ 1 เมื่อปลายเพลาถูกรับแรงบิด เส้น $o-a$ บนหน้าตัดขวางจะหมุนเป็นมุม θ ไปยัง $o-a'$ ความยาวของเส้น $a-a'$ มีค่าเป็น $R\theta$ ระหว่างการบิดเส้น $x-a$ บนผิวของเพลาจะเคลื่อนเป็นมุม γ ไปยัง $o-a'$ ความยาว $a-a'$ มีค่าเป็น $L\gamma$ ดังนั้น ตำแหน่งของจุดบนเพลาที่ถูกบิดไปจากตำแหน่งเดิมที่จุด a ไปยังจุด a' หรือเส้น $a-a'$ สามารถหาได้จากสมการดังนี้

$$R\theta = L\gamma \quad (1)$$

จากความสัมพันธ์ในสมการที่ (1) สามารถหาความเครียดเฉือน (Shear strain, γ) ที่เกิดขึ้นบนเพลาตามสมการที่ (2)

$$\gamma = \frac{R\theta}{L} \quad (2)$$

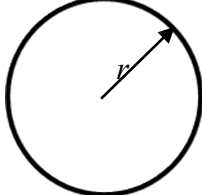
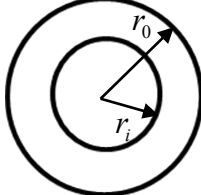
จากกฎของฮุก จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ดังนี้

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \quad (3)$$

สำหรับค่าความเค้นเฉือน (τ) ที่เกิดขึ้นบนเพลา สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\tau = \frac{Tr}{J} \quad (4)$$

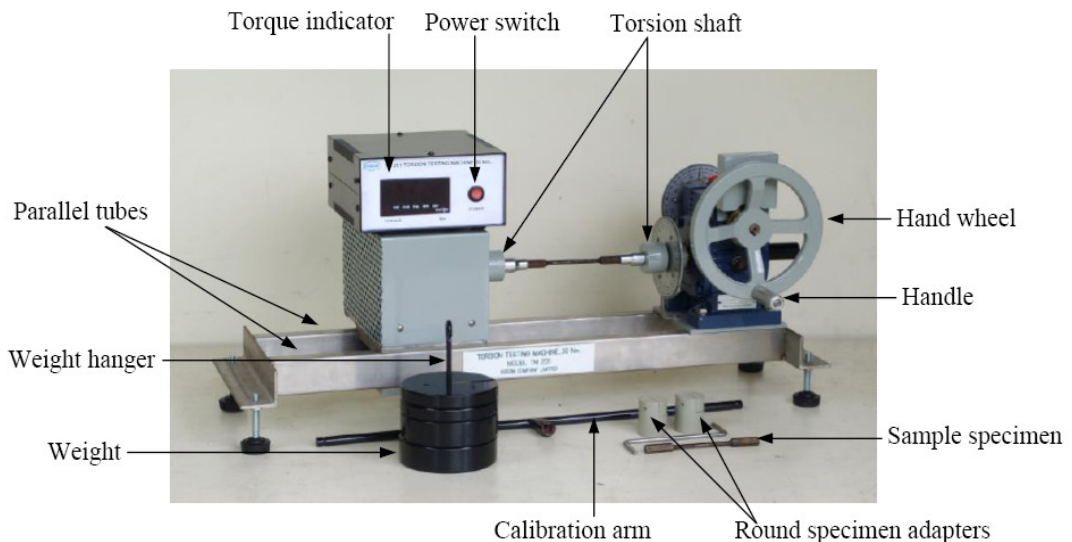
โดยที่ τ คือ ความเค้นเฉือนที่เกิดขึ้นในเพลากลมที่ระยะ r จากจุดศูนย์กลางเพล
 T คือ โมเมนต์บิดภายในบนหน้าตัดที่ผ่านจุดที่ต้องการหาความเค้น
 r คือ ระยะตามแนวรัศมีจากแกนกลางของเพลถึงจุดที่ต้องการหาความเค้น
 J คือ โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงมุมของพื้นที่หน้าตัดเพล

| โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงมุมของเพล | |
|---|--|
| กรณีเพลตัน | กรณีเพลกลวง |
|  |  |
| $J = \frac{\pi}{2} r^4$ | $J = \frac{\pi}{2} (r_o^4 - r_i^4)$ |

2. เอกสารอ้างอิง

- เอกสารคู่มือการใช้งานและการทดลอง, บ. เอสซอม (ESSOM)
- ไพโรจน์ สิงหนัสกิจ, กลศาสตร์ของวัสดุ (Mechanics of Materials), สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

3. วิธีการทดลอง



รูปที่ 2 เครื่องทดสอบแรงบิด

1. วัดขนาดความยาวและเส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงานทดสอบ

2. ตรวจสอบจอตวัดแรงบิดว่าอ่าน “0” เมื่อไม่มีแรงบิด ถ้าไม่ให้ทำการปรับตั้งเป็นค่า “0” ก่อน
3. ตรวจสอบจอตวัดแรงบิด โดยใส่น้ำหนักสอบเทียบให้ได้แรงบิด 10, 20, 30 Nm ถ้าจอตวัดแรงบิดอ่านค่าคลาดเคลื่อนต้องทำการปรับตั้งค่าตัวเลขใหม่
4. ใส่อุปกรณ์ทดสอบกับประแจบ็อกกิ้งเหล็ก เปลี่ยนแท่นเกียร์ทดและชุดเพลลาบิตให้กระชับ แล้วขันน็อตล็อกด้านล่าง เพื่อตรึงอุปกรณ์ทั้งสองให้ติดกับเพลลาขนาน
5. ตั้งจอตวัดองศาที่เพลลาจับและเพลลาตามให้อ่านเป็น “0” โดยคลายสกรูยึดหมุนจนไปที่เลข “0” แล้วขันสกรูยึดให้แน่น
6. ตั้งค่าจอตวัดองศาให้อ่านเป็นเลข “0” กรณีที่ไม่เป็นเลข “0” ให้ทำการปรับตั้ง
7. หมุนล้อมือหมุน และเริ่มบันทึกค่าแรงบิดตามตารางบันทึกค่าการทดลอง
8. สำหรับการทดสอบวัสดุเหล็กกล้า (Mild steel) ให้บันทึกข้อมูลแรงบิดทุกๆ 1 องศาจนถึงงานทดสอบใกล้ขาด และเพิ่มชิ้นการหมุนเป็น 3 องศา หลังจุดครากจนถึงงานทดสอบขาด
9. สำหรับการทดสอบวัสดุทองเหลือง (Brass) ให้บันทึกข้อมูลแรงบิดทุกๆ 6 องศาจนถึงงานทดสอบขาด
10. เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ เอาชิ้นงานออกจากชุดจับและขันออกด้วยประแจบ็อกกิ้งเหล็ก
11. ทำซ้ำข้อที่ 1-10 สำหรับชิ้นงานทดสอบใหม่เมื่อต้องการทดสอบ

การทดลองที่ 9

การทดสอบการโก่งตัวของคานยื่น (Cantilever Beam Deflection Testing)

ในงานวิศวกรรมคุณสมบัติเชิงกลมีความสำคัญมากเพราะเมื่อเราจะเลือกใช้วัสดุใดๆ ก็ตาม สิ่งแรกที่จะนำมาพิจารณาก็คือ คุณสมบัติเชิงกล การที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดๆ จะสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักร อุปกรณ์นั้นๆ เป็นสำคัญ

ความเค้น (Stress)

ตามความเป็นจริงความเค้นหมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ แต่เนื่องจากความไม่เหมาะสมทางปฏิบัติ และความยากในการวัดหาค่านี้ เราจึงมักจะพูดถึงความเค้นในรูปของแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ด้วยเหตุผลที่ว่า แรงกระทำภายนอกมีความสมดุลกับแรงต้านทานภายใน โดยทั่วไปความเค้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ

1. ความเค้นแรงดึง (Tensile Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงดึงมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง โดยพยายามจะแยกเนื้อวัสดุให้แยกขาดออกจากกัน
2. ความเค้นแรงอัด (Compressive Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวางเพื่อพยายามอัดให้วัสดุมีขนาดสั้นลง
3. ความเค้นแรงเฉือน (Shear Stress) ใช้สัญลักษณ์ τ เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำให้ทิศทางขนานกับพื้นที่ภาคตัดขวาง เพื่อให้วัสดุเคลื่อนผ่านจากกัน มีค่าเท่ากับแรงเฉือน (Shear Force) หารด้วยพื้นที่ภาคตัดขวาง A ซึ่งขนานกับทิศทางของแรงเฉือน ในทางปฏิบัติความเค้นที่เกิดขึ้นจะมีทั้ง 3 แบบนี้พร้อม ๆ กัน

ความเครียดและการเปลี่ยนรูป (Strain and Deformation)

ความเครียด (Strain) คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ (Deformation) เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ(เกิดความเค้น) การเปลี่ยนรูปของวัสดุนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ภายในเนื้อวัสดุ ซึ่งลักษณะของมันสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. การเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นหรือความเครียดแบบคืนรูป (Elastic Deformation or Elastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่เมื่อปลดแรงกระทำ อะตอมซึ่งเคลื่อนไหวเนื่องจากผลของความเค้นจะเคลื่อนกลับเข้าตำแหน่งเดิม ทำให้วัสดุคงรูปร่างเดิมไว้ได้ ตัวอย่างได้แก่ พวงยางยืด, สปริง ถ้าเราดึงมันแล้วปล่อยมันจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม
2. การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกหรือความเครียดแบบคงรูป (Plastic Deformation or Plastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปที่ถึงแม้ว่าจะปลดแรงกระทำนั้นออกแล้ววัสดุก็ยังคงรูปร่างตามที่ถูกเปลี่ยนไปนั้น โดย

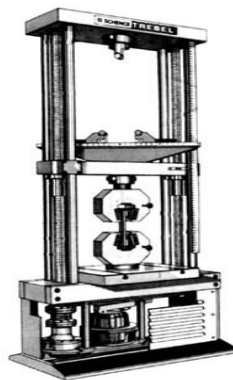
อะตอมที่เคลื่อนที่ไปแล้วจะไม่กลับไปตำแหน่งเดิมวัสดุทุกชนิดจะมีพฤติกรรมเปลี่ยนรูปร่างทั้งสองชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับแรงที่มากระทำ หรือความเค้นว่ามีมากน้อยเพียงใด หากไม่เกินขีดการคืนรูป (Elastic Limit) แล้ว วัสดุนั้นก็จะมีพฤติกรรมคืนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic Behavior) แต่ถ้าความเค้นเกินกว่าขีดการคืนรูปแล้ว วัสดุก็จะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างถาวรหรือแบบพลาสติก (Plastic Deformation) นอกจากความเครียดทั้ง 2 ชนิดนี้แล้ว ยังมีความเครียดอีกประเภทหนึ่งซึ่งพบในวัสดุประเภทโพลีเมอร์ เช่น พลาสติก เรียกว่า ความเครียดกึ่งยืดหยุ่นจะมีลักษณะที่เมื่อปราศจากแรงกระทำวัสดุจะมีการคืนรูป แต่จะไม่กลับไปจนมีลักษณะเหมือนเดิม การวัดและคำนวณหาค่าความเครียดมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1. แบบเส้นตรง ความเครียดที่วัดได้จะเรียกว่า ความเครียดเชิงเส้น (Linear Strain) จะใช้ได้เมื่อแรงที่มากระทำมีลักษณะเป็นแรงดึงหรือแรงกด ค่าของความเครียดจะเท่ากับความยาวที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิม

2. แบบเฉือน เรียกว่า ความเครียดเฉือน (Shear Strain) ใช้กับกรณีที่แรงที่มากระทำมีลักษณะเป็นแรงเฉือนค่าของความเครียดจะเท่ากับระยะที่เคลื่อนที่ไปต่อระยะห่างระหว่างระนาบ

การทดสอบแรงดึง (Tension Test)

การทดสอบทำโดยการนำตัวอย่างทดสอบมาดึงอย่างช้า ๆ แล้วบันทึกค่าของความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นไว้ แล้วมาพล็อตเป็นเส้นโค้งดังรูปที่ 1 โดยขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบมีต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุนั้น ๆ มาตรฐานต่าง ๆ ของการทดสอบ เช่น มาตรฐานของ ASTM (American Society of Testing and Materials), BS (British Standards), JIS (Japanese Industrial Standards) หรือแม้แต่ มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย) ได้กำหนดขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ผลของการทดสอบเชื่อถือได้ พร้อมกับกำหนดความเร็วในการเพิ่มแรงกระทำเอาไว้ด้วย

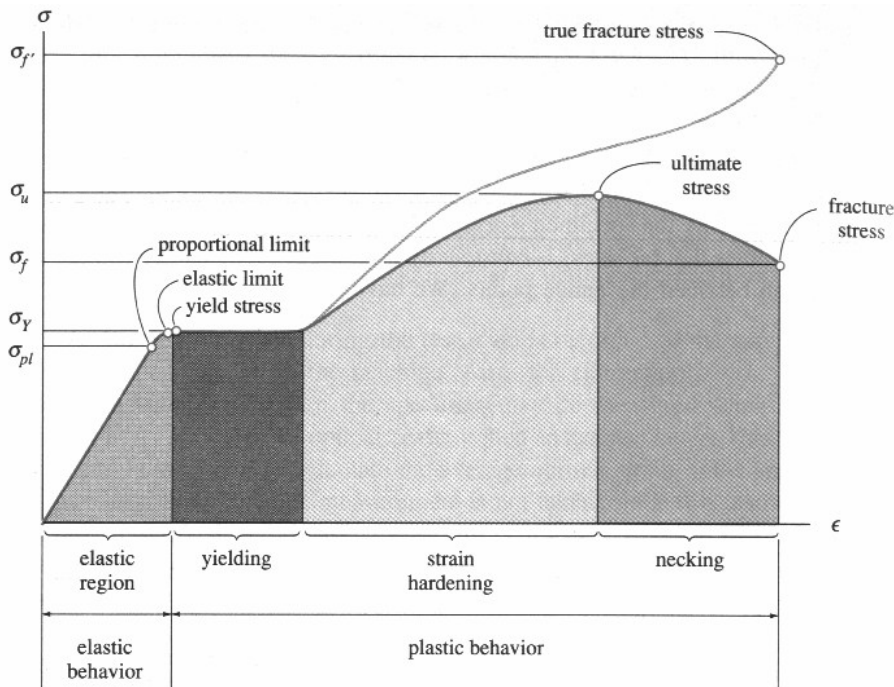


รูปที่ 1. เครื่องทดสอบแรงดึง UTM

ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด (Stress-Strain Relationship)

ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ในที่นี้เราจะใช้เส้นโค้งความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) ซึ่งได้จากการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) จากการศึกษาเส้นโค้งความเค้น-ความเครียด เราพบว่า เมื่อเราเริ่มดึงชิ้นทดสอบอย่างช้า ๆ ชิ้นทดสอบจะค่อย ๆ ยืดออก จนถึงจุดจุด

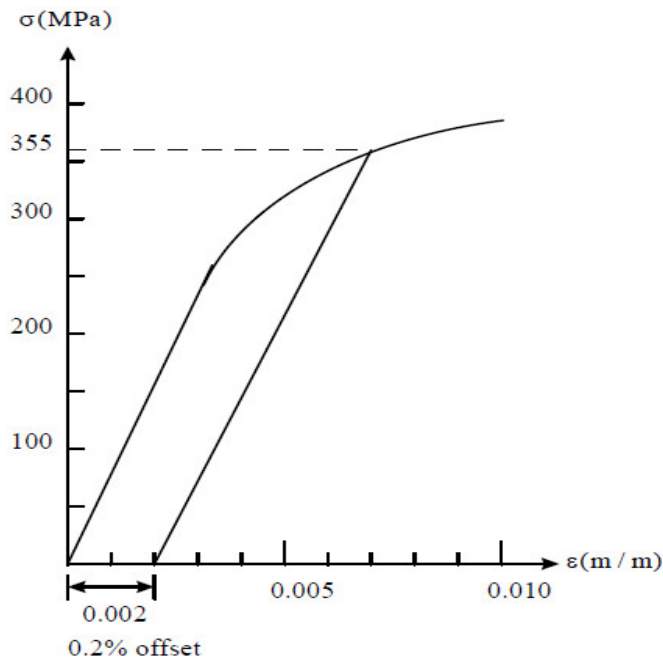
หนึ่งซึ่งในช่วงนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดจะเป็นสัดส่วนคงที่ ทำให้เราได้กราฟที่เป็นเส้นตรง ตามกฎของฮุก (Hook's law) ซึ่งกล่าวว่าความเค้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด เรียกว่าพิกัดสัดส่วน (Proportional Limit) และภายใต้พิกัดสัดส่วนนี้ วัสดุจะแสดงพฤติกรรมการคืนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic Behavior) นั่นคือเมื่อปล่อยแรงกระทำ ชิ้นทดสอบจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิมเมื่อเราเพิ่มแรงกระทำต่อไปจนเกินพิกัดสัดส่วน เส้นกราฟจะค่อย ๆ โค้งออกจากเส้นตรง วัสดุหลายชนิดจะยังคงแสดงพฤติกรรมการคืนรูปได้อีกเล็กน้อยจนถึงจุด ๆ หนึ่งเรียกว่า พิกัดยืดหยุ่น (Elastic limit) ซึ่งจุดนี้จะเป็นจุดกำหนดว่าความเค้นสูงสุดที่จะไม่ทำให้เกิดการแปรรูปถาวร (Permanent Deformation or Offset) กับวัสดุนั้น



รูปที่ 2. เส้นโค้งความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) แบบมีจุดคราก (Yield Point)

เมื่อผ่านจุดนี้ไปแล้ววัสดุจะมีการเปลี่ยนรูปอย่างถาวร (Plastic Deformation) ลักษณะการเริ่มต้นของความเครียดแบบพลาสติกนี้เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของวัสดุในโลหะหลายชนิด เช่น พวกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) จะเกิดการเปลี่ยนรูปอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการเพิ่มความเค้น (บางครั้งอาจจะลดลงก็มี) ซึ่งเป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก จุดนี้เรียกว่าจุดคราก (Yield Point) และค่าของความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า ความเค้นจุดคราก (Yield Stress) หรือ Yield Strength ค่า Yield Strength นี้มีประโยชน์กับวิศวกรมาก เพราะเป็นจุดแบ่งระหว่างพฤติกรรมการคืนรูปกับพฤติกรรมการคงรูป และในกรณีของโลหะจะเป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดที่เราคงใช้ประโยชน์ได้โดยไม่เกิดการเสียหาย วัสดุหลายชนิด เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง จะไม่แสดงจุดครากอย่างชัดเจน แต่เราก็มีวิธีที่จะหาได้โดยกำหนดความเครียดที่ 0.10 - 0.20% ของความยาวกำหนดเดิม (Original Gage Length) แล้วลากเส้นขนานกับกราฟช่วงแรกไปจนตัดเส้นกราฟที่โค้งไปทางด้านขวา ดังรูปที่ 3 ค่าความเค้นที่จุดตัดนี้จะนำมาใช้แทนค่าความเค้นจุดครากได้

ความเค้นที่จุดนี้บางครั้งเรียกว่า ความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) หรือความเค้น 0.1 หรือ 0.2% offset ดังแสดงในรูปที่ 3

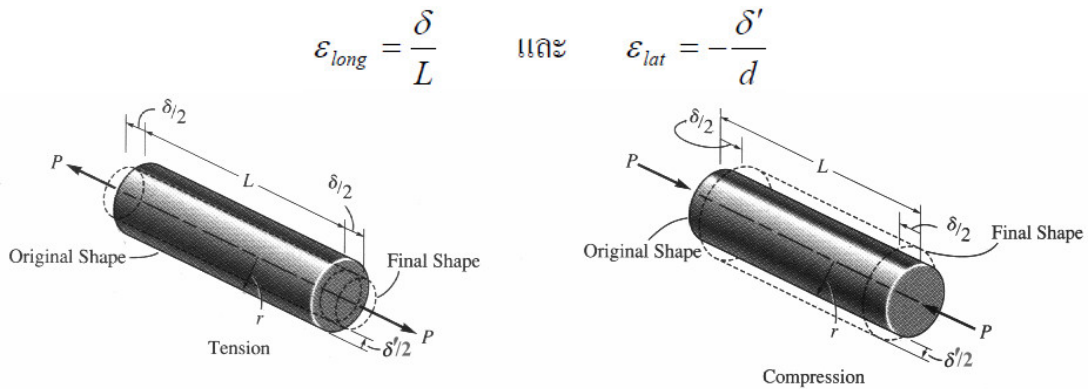


รูปที่ 3. เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดแบบที่ไม่มีจุดคราก

หลังจากจุดครากแล้ว วัสดุจะเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกโดยความเค้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นช้า ๆ หรืออาจจะคงที่จนถึงจุดสูงสุด ค่าความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า Ultimate Strength หรือความเค้นแรงดึง (Tensile Strength) ซึ่งเป็นค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุจะทนได้ก่อนที่จะขาดหรือแตกออกจากกัน (Fracture) เนื่องจากวัสดุหลายชนิดสามารถเปลี่ยนรูปอย่างพลาสติกได้มาก ๆ ค่าความเค้นสูงสุดนี้สามารถนำมาคำนวณใช้งานได้ นอกจากนี้ ค่านี้ยังใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุได้ด้วยว่า ค่าว่า ความแข็งแรง (Strength) ของวัสดุ หรือ กำลังวัสดุนั้น โดยทั่วไป จะหมายถึงค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุทนได้เองที่จุดสุดท้ายของกราฟ เป็นจุดที่วัสดุเกิดการแตกหรือขาดออกจากกัน (Fracture)

อัตราส่วนปัวซอง (Poisson's ratio)

เมื่อแท่งวัตถุ ซึ่งมีความยาวเริ่มต้น L และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเริ่มต้น d ถูกกระทำโดยแรงดึงในแนวแกน (axial tensile force) ดังที่แสดงในรูปที่ 4-8 แล้ว แท่งวัตถุดังกล่าวจะเกิดการยืดตัว (elongation) δ ในแนวแกน (longitudinal direction) และจะเกิดการหดตัว (contraction) δ' ในแนวขวาง (lateral direction) ของแท่งวัตถุ ในทางตรงกันข้าม เมื่อแท่งวัตถุดังกล่าวถูกกระทำโดยแรงกดอัดในแนวแกน (axial compression force) แล้วแท่งวัตถุจะเกิดการหดตัว δ ในแนวแกนและจะเกิดการยืดตัว δ' ในแนวขวางดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3



รูปที่ 4. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ deformable bar

ช่วงที่วัสดุมีพฤติกรรมแบบ elastic อัตราส่วนของ ϵ_{lat} ต่อ ϵ_{long} มีค่าที่คงที่ และเป็นค่าเฉพาะของวัสดุแบบเนื้อเดียว (homogenous) และมีพฤติกรรมไม่ขึ้นกับทิศทางที่แรงกระทำ (isotropic) ซึ่งค่าอัตราส่วนนี้ได้ถูกเรียกว่า *Poisson's Ratio* และเขียนได้ในรูป

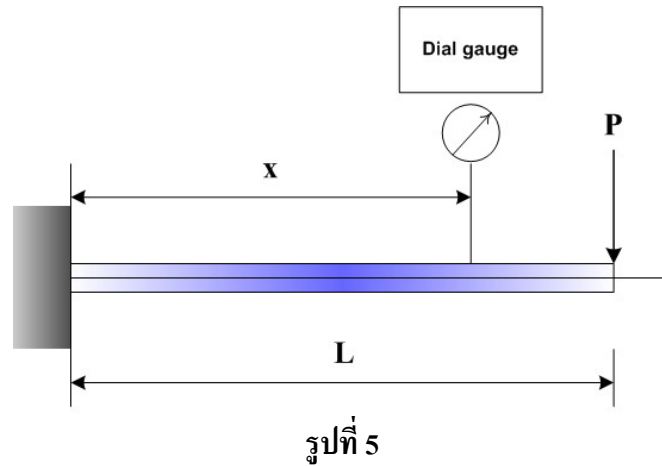
$$\nu = -\frac{\text{lateral strain}}{\text{longitudinal strain}} = -\frac{\epsilon_{lat}}{\epsilon_{long}}$$

ค่า Poisson's ratio จะไม่มีหน่วย และโดยปกติแล้ว วัสดุในทางวิศวกรรมมักจะมีค่า Poisson's ratio อยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.33 ในทางทฤษฎีแล้ว ค่า Poisson's ratio จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.5

คาน(Beam) คานส่วนใหญ่มีกวางตัวในแนวราบ ทำหน้าที่รับแรงกระทำในทิศทางตั้งฉากกับแนวแกนตามความยาวของคาน ลักษณะของคานยื่นคือมีปลายข้างหนึ่งเป็นฐานรองรับแบบยึดแน่น (Fixed support) อีกปลายข้างหนึ่งยื่นออกไปโดยไม่มีฐานรองรับใดๆ ดังแสดงในรูปที่ 1

มีหลายวิธีในการหาค่าการโก่งตัวของคานซึ่งอยู่บนพื้นฐานเดียวกันแต่ใช้เทคนิคที่แตกต่างกันในการแก้ไขปัญหา ในการทดลองนี้เป็นการทดลองแบบง่ายๆ เพื่อศึกษาการโก่งตัวของคาน ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่มากระทำกับการโก่งตัวดังกล่าว คุณสมบัติของวัสดุบางประการที่มีผลต่อการโก่งตัวของคาน

ในการทดลองนี้การทดลองได้กำหนดให้นักศึกษาทำการหาค่าหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของคาน และทำการเปรียบเทียบค่าการโก่งตัวของคานทั้งหมด 3 แบบ โดยพื้นที่หน้าตัดของคานมีทั้งแบบพื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ



การโก่งตัวของคานทางทฤษฎี

$$\delta_x = -\frac{Px^2}{6EI}(3L-x) \quad (1)$$


เมื่อ

- δ_x คือ ระยะการโก่งตัวตามทฤษฎี (m)
- P คือ ภาระกระทำ (N)
- L คือ ความยาวของคานตั้งแต่วางรองรับจนถึงปลายคาน (m)
- E คือ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของคาน (Modulus of elasticity) (Pa)
- I คือ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของคาน (m⁴)
- b คือ ความกว้างของคาน (m)
- h คือ ความสูงของคาน (m)

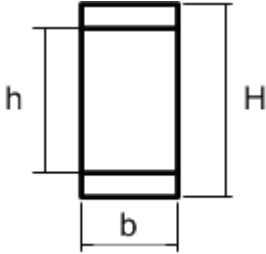
โมเมนต์ความเฉื่อย

ในการทดลองนี้ใช้คานทั้งหมด 3 ชิ้น คือชิ้น A B และ C โดยที่ชิ้น A มีพื้นที่หน้าตัดคงที่ตลอดความยาวคาน ส่วนคาน B และ C มีพื้นที่หน้าตัดลดลงตามความยาวคาน

ถาน A

| | |
|---|------------------------|
|  | $I = \frac{1}{12}bh^3$ |
|---|------------------------|

ถาน B, C

| | |
|---|---|
|  | $I = \frac{b}{12} \left(H - \frac{x}{L} (H - h) \right)^3$ |
|---|---|

โดยที่

b คือ ความกว้างของถาน (ม)

h คือ ความสูงของถาน (ม)

H คือ ความสูงของโคนถาน (ม)

- R.C.Hibbeler, "Mechanics of Materials", Prentice-Hall, 2005
- Gere and Timoshenko, "Mechanics of Materials", Third SI Edition, Chapman & Hall

ตารางบันทึกผลการทดลอง

| | E , Modulus of Elasticity (Gpa) | ความกว้าง, b (m.) | ความสูง, h (m.) | ความสูง, H (m.) | I , Moment of Inertia (m^4) |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|
| คาน คาน | | | | - | |
| คาน | ใช้ค่าเดียวกับ คานA | | | | |
| คาน | ใช้ค่าเดียวกับ คานA | | | | |

คาน

ความยาวของคานยื่น $L =$ _____ (m) และ $x =$ _____ (m)

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| มวล (kg) | | | | | | |
| ภาระ, P (N) | | | | | | |
| Deflection ,Theoretical , δx (m) | | | | | | |
| Deflection ,Experimental, δx (m) | | | | | | |
| % error | | | | | | |

คาน

ความยาวของคานยื่น $L =$ _____ (m) และ $x =$ _____ (m)

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| มวล (kg) | | | | | | |
| ภาระ, P (N) | | | | | | |
| Deflection ,Theoretical , δx (m) | | | | | | |
| Deflection ,Experimental, δx (m) | | | | | | |
| % error | | | | | | |

.....
..

3. คานที่ใช้ในการทดลองสามารถรับภาระสูงสุดได้ที่กี่โลกรัมโดยยังไม่ทำคานเกิดการเสียรูปอย่างถาวร

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

การทดลองที่ 10

การทดสอบการโก่งตัวของคานอย่างง่าย (Simply Beam Deflection Testing)

ในงานวิศวกรรมคุณสมบัติเชิงกลมีความสำคัญมากเพราะเมื่อเราจะเลือกใช้วัสดุใดๆ ก็ตาม สิ่งแรกที่จะนำมาพิจารณาก็คือ คุณสมบัติเชิงกล การที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใดๆ จะสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องจักร อุปกรณ์นั้นๆ เป็นสำคัญ

ความเค้น (Stress)

ตามความเป็นจริงความเค้นหมายถึง แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ แต่เนื่องจากความไม่เหมาะสมทางปฏิบัติ และความยากในการวัดหาค่านี้ เราจึงมักจะพูดถึงความเค้นในรูปของแรงภายนอกที่มากระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ด้วยเหตุผลที่ว่า แรงกระทำภายนอกมีความสมดุลกับแรงต้านทานภายใน โดยทั่วไปความเค้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ

1. ความเค้นแรงดึง (Tensile Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงดึงมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวาง โดยพยายามจะแยกเนื้อวัสดุให้แยกขาดออกจากกัน
2. ความเค้นแรงอัด (Compressive Stress) เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดมากระทำตั้งฉากกับพื้นที่ภาคตัดขวางเพื่อพยายามอัดให้วัสดุมีขนาดสั้นลง
3. ความเค้นแรงเฉือน (Shear Stress) ใช้สัญลักษณ์ τ เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำให้ทิศทางขนานกับพื้นที่ภาคตัดขวาง เพื่อให้วัสดุเคลื่อนผ่านจากกัน มีค่าเท่ากับแรงเฉือน (Shear Force) หารด้วยพื้นที่ภาคตัดขวาง A ซึ่งขนานกับทิศทางของแรงเฉือน ในทางปฏิบัติความเค้นที่เกิดขึ้นจะมีทั้ง 3 แบบนี้พร้อม ๆ กัน

ความเครียดและการเปลี่ยนรูป (Strain and Deformation)

ความเครียด (Strain) คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ (Deformation) เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ (เกิดความเค้น) การเปลี่ยนรูปของวัสดุนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ภายในเนื้อวัสดุ ซึ่งลักษณะของมันสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. การเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นหรือความเครียดแบบคืนรูป (Elastic Deformation or Elastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่เมื่อปลดแรงกระทำ อะตอมซึ่งเคลื่อนไหวเนื่องจากผลของความเค้นจะเคลื่อนกลับเข้าตำแหน่งเดิม ทำให้วัสดุคงรูปร่างเดิมไว้ได้ ตัวอย่างได้แก่ พวงยางยืด, สปริง ถ้าเราดึงมันแล้วปล่อยมันจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิม

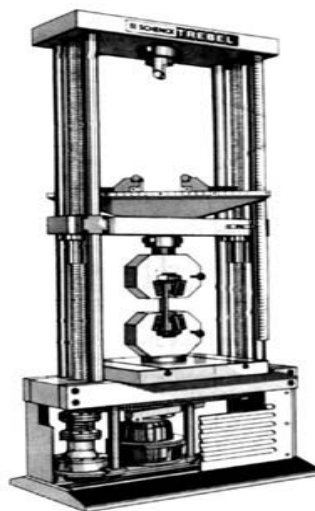
2. การเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกหรือความเครียดแบบคงรูป (Plastic Deformation or Plastic Strain) เป็นการเปลี่ยนรูปที่ถึงแม้ว่าจะปลดแรงกระทำนั้นออกแล้ววัสดุก็ยังคงรูปร่างตามที่ถูกเปลี่ยนไปนั้น โดยอะตอมที่เคลื่อนที่ไปแล้วจะไม่กลับไปตำแหน่งเดิมวัสดุทุกชนิดจะมีพฤติกรรมการเปลี่ยนรูปทั้งสองชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับแรงที่มากกระทำ หรือความเค้นว่ามีมากน้อยเพียงใด หากไม่เกินพิกัดการคืนรูป (Elastic Limit) แล้ววัสดุนั้นก็จะมีพฤติกรรมคืนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic Behavior) แต่ถ้าความเค้นเกินกว่าพิกัดการคืนรูปแล้ว วัสดุก็จะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบถาวรหรือแบบพลาสติก (Plastic Deformation) นอกจากความเครียดทั้ง 2 ชนิดนี้แล้ว ยังมีความเครียดอีกประเภทหนึ่งซึ่งพบในวัสดุประเภทโพลีเมอร์ เช่น พลาสติก เรียกว่า ความเครียดกึ่งยืดหยุ่นจะมีลักษณะที่เมื่อปราศจากแรงกระทำวัสดุจะมีการคืนรูป แต่จะไม่กลับไปจนมีลักษณะเหมือนเดิม การวัดและคำนวณหาค่าความเครียดมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1. แบบเส้นตรง ความเครียดที่วัดได้จะเรียกว่า ความเครียดเชิงเส้น (Linear Strain) จะใช้ได้เมื่อแรงที่มากกระทำมีลักษณะเป็นแรงดึงหรือแรงกด ค่าของความเครียดจะเท่ากับความยาวที่เปลี่ยนไปต่อความยาวเดิม

2. แบบเฉือน เรียกว่า ความเครียดเฉือน (Shear Strain) ใช้กับกรณีที่แรงที่กระทำมีลักษณะเป็นแรงเฉือนค่าของความเครียดจะเท่ากับระยะที่เคลื่อนที่ไปต่อระยะห่างระหว่างระนาบ

การทดสอบแรงดึง (Tension Test)

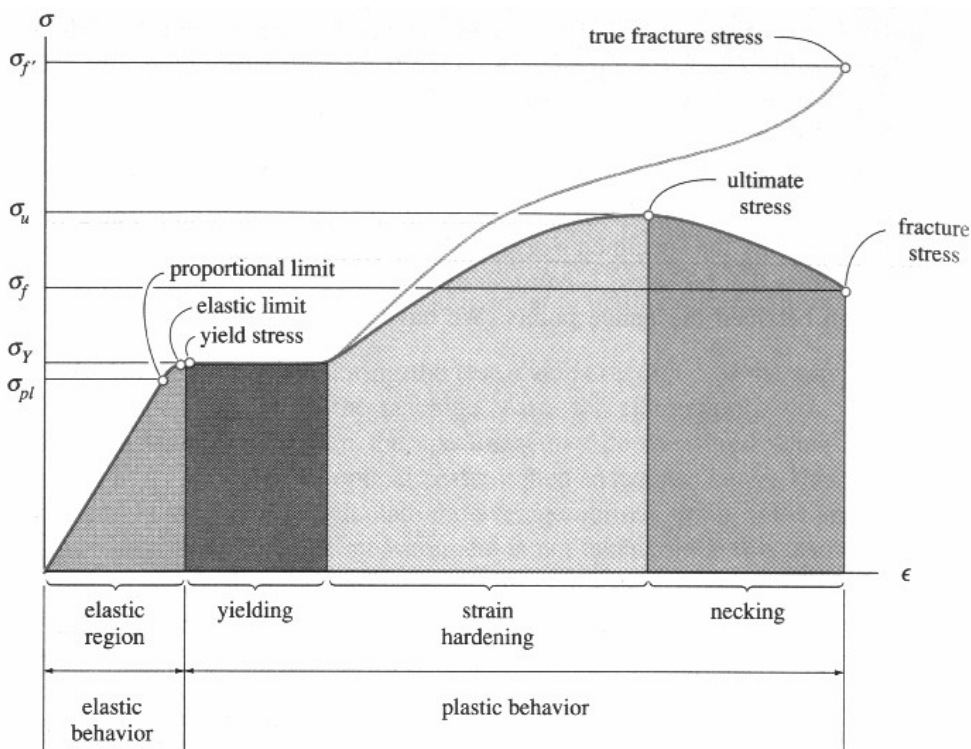
การทดสอบทำโดยการนำตัวอย่างทดสอบมาดึงอย่างช้า ๆ แล้วบันทึกค่าของความเค้นและความเครียดที่เกิดขึ้นไว้ แล้วมาพล็อตเป็นเส้นโค้งดังรูปที่ 1 โดยขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบมีต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุนั้น ๆ มาตรฐานต่าง ๆ ของการทดสอบ เช่น มาตรฐานของ ASTM (American Society of Testing and Materials), BS (British Standards), JIS (Japanese Industrial Standards) หรือแม้แต่ มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย) ได้กำหนดขนาดและรูปร่างของชิ้นทดสอบไว้ ทั้งนี้เพื่อให้ผลของการทดสอบเชื่อถือได้ พร้อมกับกำหนดความเร็วในการเพิ่มแรงกระทำเอาไว้ด้วย



รูปที่ 1. เครื่องทดสอบแรงดึง UTM

ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียด (Stress-Strain Relationship)

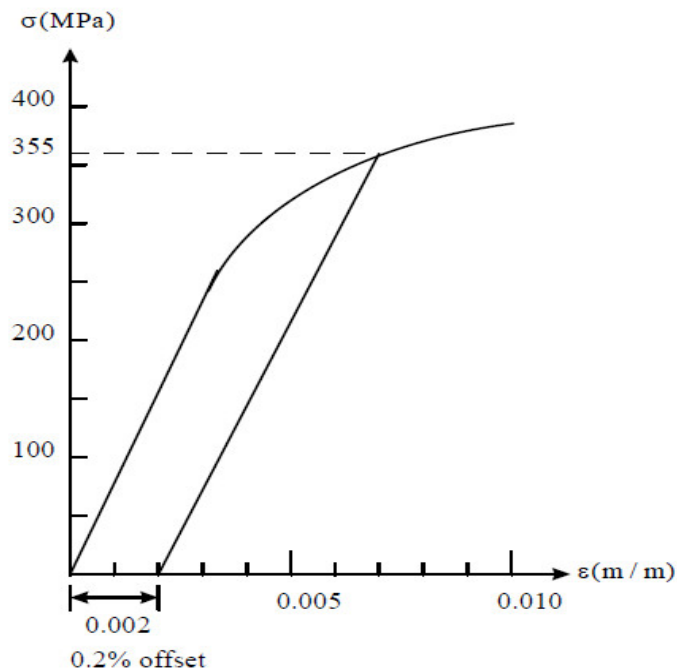
ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ในที่นี้เราจะใช้เส้นโค้งความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) ซึ่งได้จากการทดสอบแรงดึง (Tensile Test) จากการศึกษาเส้นโค้งความเค้น-ความเครียด เราพบว่า เมื่อเราเริ่มดึงขึ้นทดสอบอย่างช้า ๆ ขึ้นทดสอบจะค่อย ๆ ยืดออก จนถึงจุดจุดหนึ่งซึ่งในช่วงนี้ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียดจะเป็นสัดส่วนคงที่ ทำให้เราได้กราฟที่เป็นเส้นตรง ตามกฎของฮุก (Hook's law) ซึ่งกล่าวว่าความเค้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเครียด เรียกว่าพิภักต์สัดส่วน (Proportional Limit) และภายใต้พิภักต์สัดส่วนนี้ วัสดุจะแสดงพฤติกรรมการคืนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic Behavior) นั่นคือเมื่อปล่อยแรงกระทำ ขึ้นทดสอบจะกลับไปมีขนาดเท่าเดิมเมื่อเราเพิ่มแรงกระทำต่อไปจนเกินพิภักต์สัดส่วน เส้นกราฟจะค่อย ๆ โค้งออกจากเส้นตรง วัสดุหลายชนิดจะยังคงแสดงพฤติกรรมการคืนรูปได้อีกเล็กน้อยจนถึงจุด ๆ หนึ่งเรียกว่า พิกัดยืดหยุ่น (Elastic limit) ซึ่งจุดนี้จะเป็นจุดกำหนดว่าความเค้นสูงสุดที่จะไม่ทำให้เกิดการแปรรูปถาวร (Permanent Deformation or Offset) กับวัสดุนั้น



รูปที่ 2. เส้นโค้งความเค้น-ความเครียด (Stress-Strain Curve) แบบมีจุดคราก (Yield Point)

เมื่อผ่านจุดนี้ไปแล้ววัสดุจะมีการเปลี่ยนรูปร่างถาวร (Plastic Deformation) ลักษณะการเริ่มต้นของความเครียดแบบพลาสติกนี้เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของวัสดุในโลหะหลายชนิด เช่น พวกเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Steel) จะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีการเพิ่มความเค้น (บางครั้งอาจจะลดลงก็มี) ซึ่งเป็นจุดที่เกิดการเปลี่ยนรูปแบบพลาสติก จุดนี้เรียกว่าจุดคราก (Yield Point) และค่าของความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า ความเค้นจุดคราก (Yield Stress) หรือ Yield Strength ค่า Yield Strength นี้มีประโยชน์กับวิศวกรมาก เพราะเป็นจุดแบ่งระหว่างพฤติกรรมการคืนรูปกับพฤติกรรมการคงรูป และใน

กรณีของโลหะจะเป็นค่าความแข็งแรงสูงสุดที่เราคงใช้ประโยชน์ได้โดยไม่เกิดการเสียหาย วัสดุหลายชนิด เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง จะไม่แสดงจุดครากอย่างชัดเจน แต่เราก็มีวิธีที่จะหาได้โดยกำหนดความเครียดที่ 0.10 - 0.20% ของความยาวกำหนดเดิม (Original Gage Length) แล้วลากเส้นขนานกับกราฟช่วงแรกไปจนตัดเส้นกราฟที่โค้งไปทางด้านขวา ดังรูปที่ 2 ค่าความเค้นที่จุดตัดนี้จะนำมาใช้แทนค่าความเค้นจุดครากได้ ความเค้นที่จุดนี้บางครั้งเรียกว่า ความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) หรือความเค้น 0.1 หรือ 0.2% offset ดังแสดงในรูปที่ 2

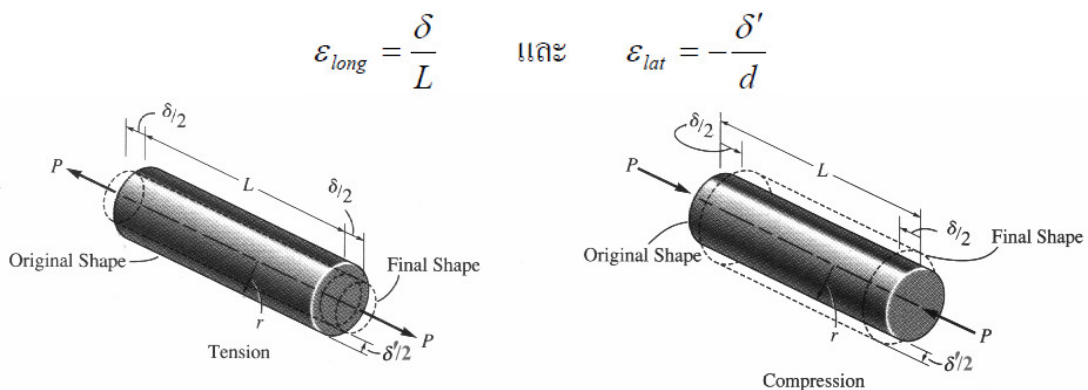


รูปที่ 3. เส้นโค้งความเค้น-ความเครียดแบบที่ไม่มีจุดคราก

หลังจากจุดครากแล้ว วัสดุจะเปลี่ยนรูปแบบพลาสติกโดยความเค้นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นช้า ๆ หรืออาจจะคงที่จนถึงจุดสูงสุด ค่าความเค้นที่จุดนี้เรียกว่า Ultimate Strength หรือความเค้นแรงดึง (Tensile Strength) ซึ่งเป็นค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุจะทนได้ก่อนที่จะขาดหรือแตกออกจากกัน (Fracture) เนื่องจากวัสดุหลายชนิดสามารถเปลี่ยนรูปอย่างพลาสติกได้มาก ๆ ค่าความเค้นสูงสุดนี้สามารถนำมาคำนวณใช้งานได้ นอกจากนี้ ค่านี้ยังใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุได้ด้วยว่า ค่าว่า ความแข็งแรง (Strength) ของวัสดุ หรือ กำลังวัสดุนั้น โดยทั่วไป จะหมายถึงค่าความเค้นสูงสุดที่วัสดุทนได้นี้เองที่จุดสุดท้ายของกราฟ เป็นจุดที่วัสดุเกิดการแตกหรือขาดออกจากกัน (Fracture)

อัตราส่วนปัวซอง (Poisson's ratio)

เมื่อแท่งวัตถุ ซึ่งมีความยาวเริ่มต้น L และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเริ่มต้น d ถูกกระทำโดยแรงดึงในแนวแกน (axial tensile force) ดังที่แสดงในรูปที่ 4-8 แล้ว แท่งวัตถุดังกล่าวจะเกิดการยืดตัว (elongation) ในแนวแกน (longitudinal direction) และจะเกิดการหดตัว (contraction) ในแนวขวาง (lateral direction) ของแท่งวัตถุ ในทางตรงกันข้าม เมื่อแท่งวัตถุดังกล่าวถูกกระทำโดยแรงกดอัดในแนวแกน (axial compression force) แล้วแท่งวัตถุจะเกิดการหดตัวในแนวแกนและจะเกิดการยืดตัว ในแนวขวางดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3



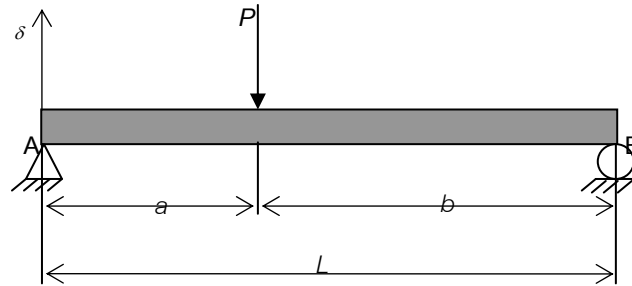
รูปที่ 4. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ deformable bar

ช่วงที่วัสดุมีพฤติกรรมแบบ elastic อัตราส่วนของ lat ต่อ $long$ มีค่าที่คงที่ และเป็นค่าเฉพาะของวัสดุแบบเนื้อเดียว (homogenous) และมีพฤติกรรมไม่ขึ้นกับทิศทางที่แรงกระทำ (isotropic) ซึ่งค่าอัตราส่วนนี้ได้ถูกเรียกว่า *Poisson's Ratio* และเขียนได้ในรูป

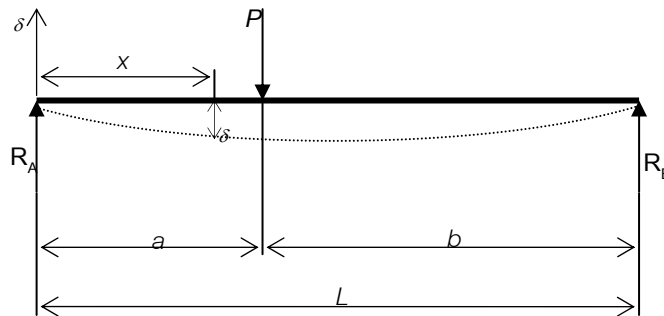
$$\nu = -\frac{\text{lateral strain}}{\text{longitudinal strain}} = -\frac{\epsilon_{lat}}{\epsilon_{long}}$$

ค่า Poisson's ratio จะไม่มีหน่วย และโดยปกติแล้ว วัสดุในทางวิศวกรรมมักจะมีค่า Poisson's ratio อยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.33 ในทางทฤษฎีแล้ว ค่า Poisson's ratio จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.5

การทดลองนี้เป็นการทดลองหาค่าการโก่งตัวของคานที่มีจุดรองรับอย่างง่าย (simple support) แบบ **Pin-Roller** โดยมีภาระเป็นแบบ Point load ดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถหาระยะโก่งตัวได้จากสมการที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 Simply Supported Beam



รูปที่ 2 Free Body Diagrams

$$\delta = \frac{-Pbx}{6LEI} (L^2 - b^2 - x^2) \quad 0 \leq x \leq a \quad \text{สมการที่ 1}$$

$$\delta = \frac{-Pb}{6LEI} \left[\frac{L}{b} (x-a)^3 + (L^2 - b^2)x - x^3 \right] \quad a \leq x \leq L \quad \text{สมการที่ 2}$$

เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

Bending, Tranverse shear, Design of Beams and shafts, Deflection of Beam and shafts

เอกสารอ้างอิง

R.C.Hibbeler, Mechanics of Materials, 5th edition, Macmillan college Publishing Company, New York, 2003

Daryl L. Logan, Mechanics of Materials, HarperCollins Publishers Inc. , New York, 1991

กลศาสตร์วัสดุ 1 R.C.Hibbeler เขียน, รศ.ดร. บุรฉัตร นัตรีวิระ และ วทัญญพ เดชพันธ์ เรียบเรียง, 2002

ชื่อ _____ รหัสนักศึกษา _____ กลุ่มที่ _____

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกที่ 1 ค่าการโก่งตัวของคาน * ข้อมูลที่ต้องกรอก

เงื่อนไขการทดลองความยาวคาน $L = *$ _____ m, ระยะที่แรงกระทำ (a) = $*$ _____ m,

| มวล (kg) | ภาระ (N) | $\delta_{th} \times 10^{-3}$ (m) | $\delta_{exp} \times 10^{-3}$ (m) |
|-------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | * | | * |
| 0.1 | * | | * |
| 0.2 | * | | * |
| 0.3 | * | | * |
| 0.4 | * | | * |
| 0.5 | * | | * |

ค่าการโก่งตัวที่ระยะ $x =$ _____

| มวล (kg) | ภาระ (N) | $\delta_{th} \times 10^{-3}$ (m) | $\delta_{exp} \times 10^{-3}$ (m) |
|-------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | * | | * |
| 0.5 | * | | * |
| 0.2 | * | | * |
| 0.3 | * | | * |
| 0.4 | * | | * |
| 0.5 | * | | * |

ค่าการโก่งตัวที่ระยะ $x =$ _____

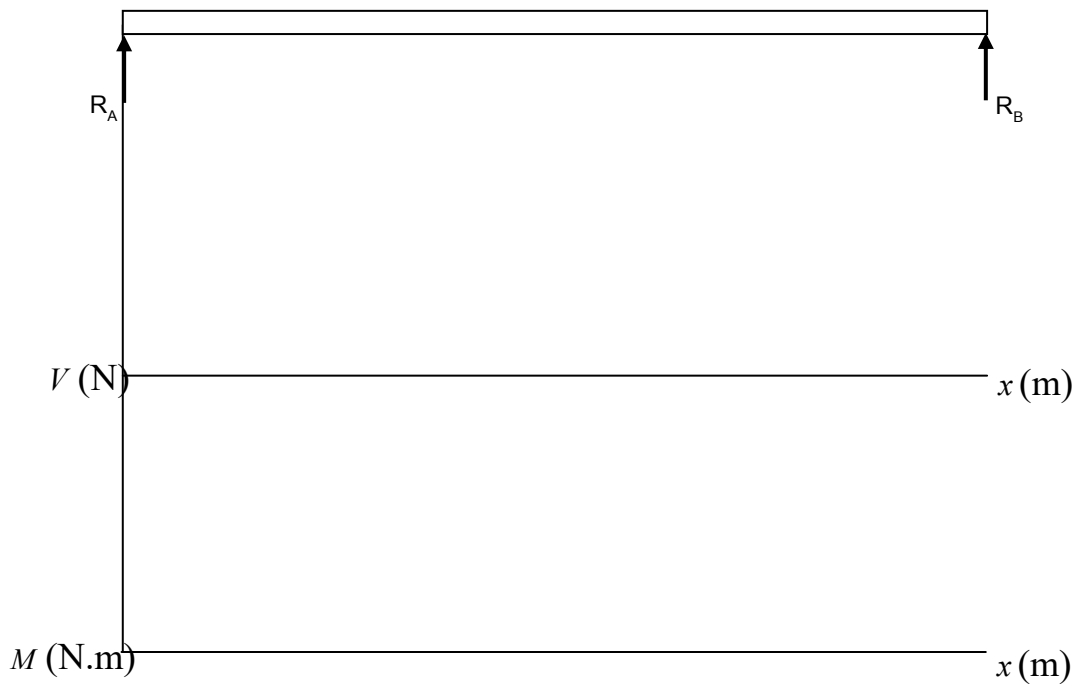
| มวล (kg) | ภาระ (N) | $\delta_{th} \times 10^{-3}$ (m) | $\delta_{exp} \times 10^{-3}$ (m) |
|-------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | * | | * |
| 0.5 | * | | * |
| 0.2 | * | | * |
| 0.3 | * | | * |
| 0.4 | * | | * |
| 0.5 | * | | * |

ค่าการโก่งตัวที่ระยะ $x =$ _____

ตัวอย่างการคำนวณ

| วัสดุ | โมดูลัสความยืดหยุ่น , E (Pa) | ความกว้าง, w (x10 ⁻³ m) | ความหนา, h (x10 ⁻³ m) |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| คานอลูมิเนียม | 70 x 10 ⁹ | 38 | 6.2 |

1. จงแสดง Shear and Moment Diagrams ที่ระยะที่ทำการทดลอง (a) * _____ m, P_{\max}



2. ความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นในคานามีค่าเท่ากับเท่าไรและเกิดขึ้น ณ ตำแหน่งใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. คานที่ใช้ในกรทดลองสามารถรับภาระสูงสุดได้ที่กี่โลกรัมโดยยังไม่ทำให้คานเกิดการเสียรูปอย่างถาวร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 11

ปัจจัยทางพื้นที่โดยการใช้แหล่งความร้อน (Area Factor Using Heat Source)

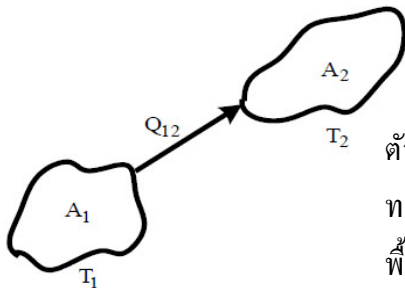
วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ก็คือเพื่อสาธิตให้เห็นว่าการแลกเปลี่ยนความร้อนของพลังงานที่แผ่รังสีจากพื้นผิวหนึ่ง ไปสู่อีกพื้นผิวหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับเรขาคณิตที่เชื่อมโยงระหว่างพื้นผิวทั้งสองคือเป็นฟังก์ชันของจำนวนพื้นผิวที่แต่ละพื้นผิวจะ ‘มองเห็น’ ซึ่งกันและกัน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อัตราการถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวสีดำที่มีการแผ่รังสีไปสู่พื้นผิวอื่นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่ที่แต่ละพื้นผิวจะ ‘มองเห็น’ ซึ่งกันและกันจึงมีการนำตัวประกอบพื้นที่ (area factor) F เข้ามาใช้เพื่อที่จะแก้ปัญหาการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสีโดย F ถูกนิยามว่าเป็นส่วนของพลังงานที่เปล่งต่อหนึ่งหน่วยเวลาโดยพื้นผิวหนึ่งซึ่งถูกรับไว้โดยพื้นผิวอื่น

ดังนั้นอัตราการถ่ายเทความร้อนด้วยการแผ่รังสี Q_{12} ระหว่างพื้นผิวสีดำที่มีพื้นที่ A_1 กับ A_2 ที่มีอุณหภูมิ T_1 กับ T_2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 1 คือ $Q_{12} = A_1 F_{12} \sigma (T_1^4 - T_2^4)$

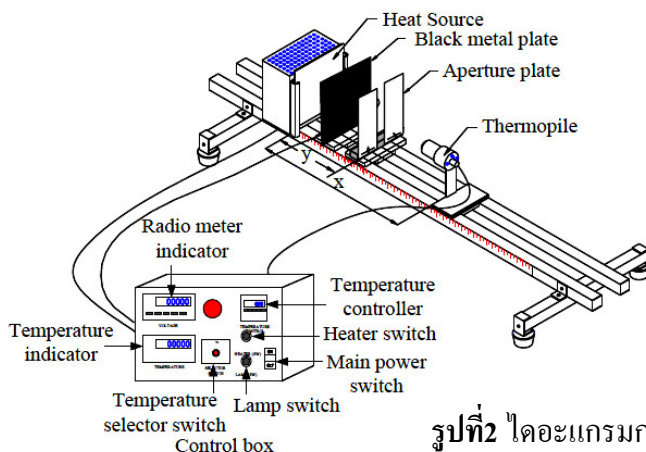


ตัวประกอบพื้นที่ทำได้หลายวิธีเช่น โดยการวิเคราะห์การประมาณทางตัวเลขเป็นต้นสำหรับวัตถุที่มีรูปทรงธรรมดาจะหาตัวประกอบพื้นที่ได้จากหนังสือทางด้าน การถ่ายเทความร้อนทั่วไป

รูปที่ 1 การแผ่รังสีระหว่างวัตถุสองชิ้น

การจัดเตรียมเครื่องทดลอง

การจัดเตรียมเครื่องทดลองได้แสดงไว้ในรูปที่ 2



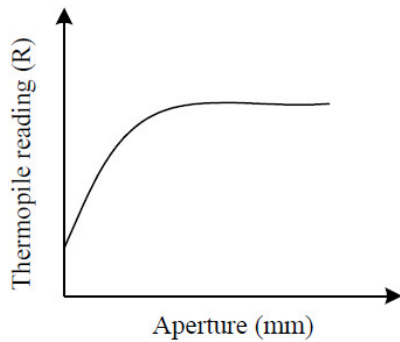
ข้อเสนอแนะ:

1. ระยะจากตัววัดรังสีความร้อน (Thermopile) ถึงแหล่งให้ความร้อน $X = 300$ mm
2. ระยะจากแหล่งให้ความร้อนถึงแผ่น Aperture $Y = 200$ mm

รูปที่ 2 ไคอะแกรมการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

- 4.1 ในการใช้ Aperture plate ตรวจสอบให้แน่ใจว่าด้านที่เป็นฉนวนหันไปสู่ตัววัดรังสีความร้อน (Thermopile) และพื้นผิวสีเงินหันไปสู่แหล่งให้ความร้อน
- 4.2 เปิดสวิตช์เครื่องทำความร้อน (Heater)
- 4.3 ควรติดตั้งแผ่นโลหะสีดำบนรางเลื่อนแล้วเลื่อนให้เข้าไปหาแหล่งให้ความร้อนตามระยะที่กำหนดไว้ เช่น 10 มิลลิเมตร
- 4.4 เมื่ออุณหภูมิของแผ่นโลหะสีดำมีค่าคงที่จดบันทึกค่าที่อ่านได้จากตัววัดรังสีความร้อน (R) สำหรับ Apertures แต่ละค่าตั้งแต่ 60 มม. แล้วลดลงไปครั้งละ 10 มม. ลงไปจนถึงศูนย์ในระหว่างการตั้ง Apertures ก่อนจดบันทึกค่าที่อ่านได้จากตัววัดรังสีความร้อน (Thermopile) ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าแผ่นทั้งสองอยู่ในแนวตั้งได้ศูนย์กันและยึดอยู่อย่างมั่นคง



- 4.5 กราฟระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัววัดรังสีความร้อน (Thermopile) กับ Apertures ที่เขียนจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองควรจะเหมือนกับที่แสดงไว้ในรูปที่ 3 นักศึกษาควรนำเสนอผลลัพธ์ในเทอมของตัวประกอบพื้นที่ระหว่างแผ่นโลหะสีดำกับค่าที่อ่านได้จากตัววัดรังสีความร้อน

รูปที่ 3. ค่าที่อ่านได้จากตัววัดรังสีความร้อน (R) เทียบกับ Aperture

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะห่างระหว่าง Thermopile ถึงแผ่นให้ความร้อน X =mm

ระยะห่างระหว่าง Thermopile ถึงแผ่นโลหะที่ใกล้สุด Y =mm

| อุณหภูมิแผ่นโลหะ (°C) | ความกว้างช่องเปิด (mm) | ค่าที่อ่านจาก Thermopile, R (μV) | $q_b = 8.5837R$ W/m ² |
|-----------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| | 60 | | |
| | 50 | | |
| | 40 | | |
| | 30 | | |
| | 20 | | |
| | 10 | | |
| | 0 | | |

ตัวอย่างการคำนวณ: ให้นักศึกษาแสดงตัวอย่างการคำนวณจากผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 12

ชุดทดลองการเดือดและการควบแน่น (Boiling and Condensation Testing Unit)

1. วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและพฤติกรรมของการเดือดและการควบแน่น
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเดือดและการควบแน่น

2. บทนำ (Introduction)

การเดือดและการควบแน่นเป็นปรากฏการณ์เกี่ยวข้องกับการทำงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีอุปกรณ์หลายชนิดที่มีการเดือดหรือควบแน่นขณะทำงาน เช่นคอนเดนเซอร์ (Condenser) อีแวปโปเรเตอร์ (evaporator) เป็นต้น ทั้งนี้ในการถ่ายเทความร้อนระหว่างที่มีการเปลี่ยนสถานะนั้นจะมีความแตกต่างจากกรณีการถ่ายเทความร้อนแบบที่ไม่มีการเปลี่ยนสถานะทั้งปรากฏการณ์ขณะถ่ายเทความร้อนและกลไกการถ่ายเทความร้อน ดังนั้นเพื่อให้เข้าใจความแตกต่างของการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบที่มีการเปลี่ยนสถานะจึงจำเป็นต้องมีการทดลองการถ่ายเทความร้อนที่มีการเดือดและการควบแน่น

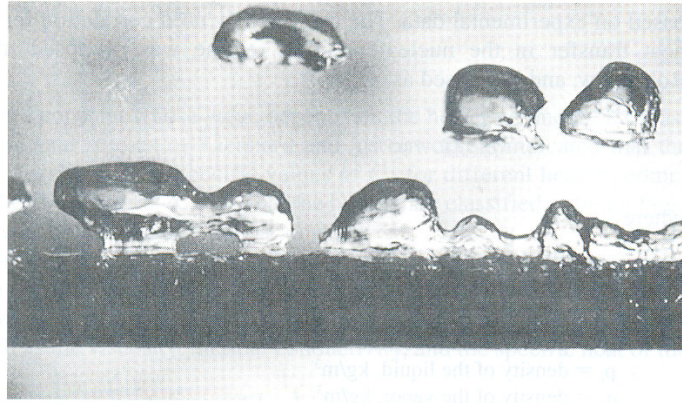
3. ทฤษฎี

การถ่ายเทความร้อนโดยการเดือด (Boiling heat transfer)

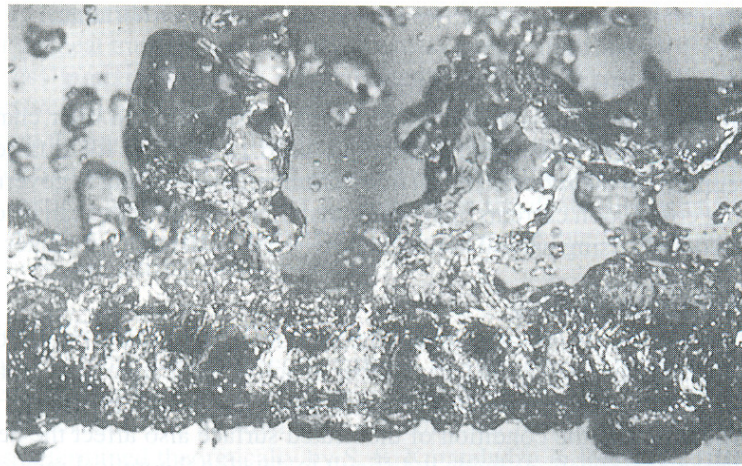
การเดือดคือการที่ของเหลวบริเวณผิวสัมผัสระหว่างของแข็ง(แหล่งความร้อน) – ของเหลวระเหยกลายเป็นไอ กระบวนการดังกล่าวนี้เกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิของพื้นผิว (T_s) มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัวของของเหลวที่ความดันนั้น (T_{sat}) และมีการถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวไปสู่ของเหลว รูปแบบของกฎการเย็นตัวของนิวตัน (Newton's law of cooling) ที่เหมาะสมในกรณีนี้ได้แก่

$$q = h(T_s - T_{sat}) = h\Delta T_e$$

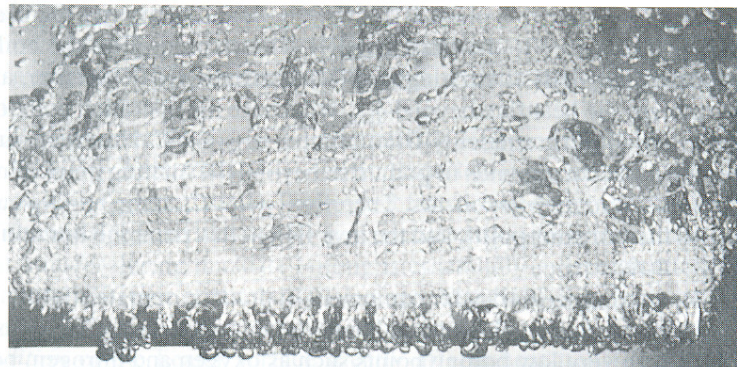
โดย $\Delta T_e = T_s - T_{sat}$ มีชื่อเรียก อุณหภูมิส่วนเกิน(excess temperature) ลักษณะที่สังเกตได้จากกระบวนการเดือดคือ จะมีฟอง (vapor bubbles) ก่อตัวที่ผิวและต่อมาจะลอยตัวออกจากพื้นผิว ขนาดของฟองตลอดจนการเคลื่อนไหวยของมันไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยง่าย และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิส่วนเกิน (excess temperature) ธรรมชาติของพื้นผิว ตลอดจนคุณสมบัติทางความร้อน (Thermophysical properties) ของของไหลและในทางกลับกันการเคลื่อนไหวยของฟองก็จะส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของของไหลบริเวณใกล้เคียงกับพื้นผิวจึงมีผลต่อสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน



(a)



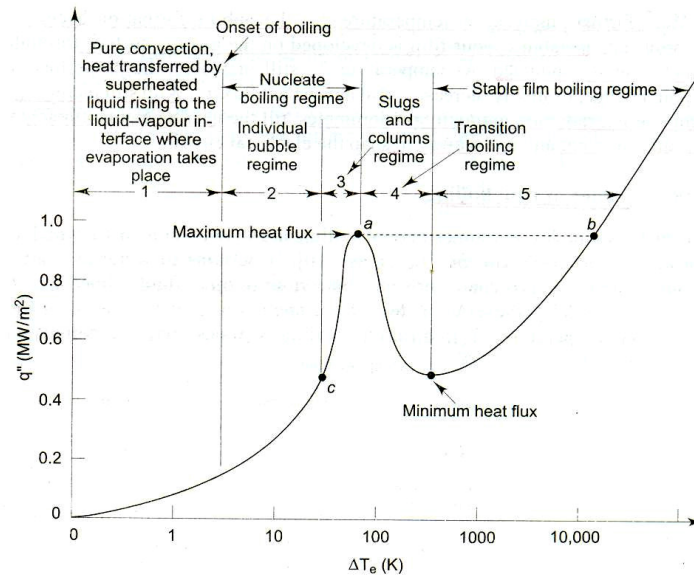
(b)



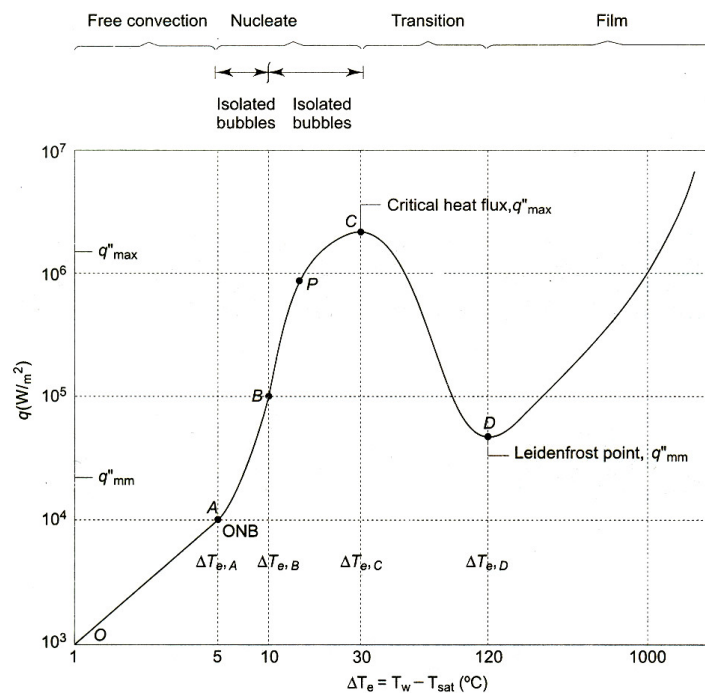
(c)

รูปที่ 1. การเดือดในลักษณะต่างๆ ของเมธานอลบนท่อทองแดงขนาด 1 cm.

เมื่อเพิ่มกระแสไฟ, I ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มค่า Heat flux , q (W/m^2) ที่พื้นผิวของขดลวด ดังนั้น $\Delta T = T_s - T_{sat}$ จะเพิ่มขึ้น (T_{sat} = คงที่)



รูปที่ 2. ช่วงการเดือดที่สำคัญๆ ในการเดือดของน้ำภายใต้ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิที่ความดันไ้อิ่มตัว T_s จากเส้นลวดเพลดคินัมให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า



รูปที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ของลวดกับความแตกต่างของอุณหภูมิของลวดและอุณหภูมิของน้ำ

ลักษณะการเดือดสามารถแบ่งได้ตามช่วง ดังรูปที่ 3

- Natural convection boiling (O-A) เป็นช่วงที่ฟองก๊าซ (Bubble) เริ่มเกิดขึ้นและการถ่ายเทความร้อนเป็นแบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

- Nucleate boiling (A-C) เมื่อเพิ่ม Heat flux, q จะทำให้ $(T_s - T_{sat})$ มีค่าเพิ่ม ทำให้ฟองก๊าซเกิดขึ้นมากจนมีลักษณะเป็นลำ(jet)การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นโดยตรงระหว่างผิวขดลวดกับของไหล (ไม่ใช่ระหว่างผิวขดลวดกับฟองก๊าซ) ณ. จุด P ค่า h จะมากที่สุดและจะเริ่มลดลงเมื่อ ΔT ยังคงเพิ่มขึ้นอีก ที่จุด C heat flux จะมีค่ามากที่สุด เรียก CHF (critical heat flux)

- Transition boiling (C-D) เป็นช่วงที่เกิดฟองก๊าซขึ้นเร็วมากจนกระทั่งพื้นผิวบางส่วนของขดลวดถูกปกคลุมด้วยฟองก๊าซ เรียกว่า เกิด ฟิล์มของฟองก๊าซขึ้นบางส่วน (Partial film boiling) และการถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวขดลวดไปยังส่วนที่เป็นของเหลวต้องผ่านชั้นฟิล์มฟองก๊าซนี้ก่อน แต่เนื่องจากค่าการนำความร้อน (k_{gas}) ของฟองก๊าซมีค่าน้อยกว่าของเหลวมาทุก ดังนั้น สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (h) และ heat flux (q) ในช่วงนี้จึงลดลงเมื่อ ค่า ΔT เพิ่มขึ้น (ยังเพิ่ม ΔT การเกิดฟองก๊าซยิ่งมาก)

- Film boiling (D-E) เป็นช่วงที่พื้นผิวทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยฟองก๊าซ การถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวขดลวดไปยังของเหลวเกิดขึ้นโดยการนำความร้อนผ่านฟองก๊าซเท่านั้น จุด D เป็นจุดที่ heat flux มีค่าต่ำสุด, $q_D = q_{min}$ และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิพื้นผิวต่อไป การถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวไปยังของเหลวจะเป็นผลมาจากการแผ่รังสีมากกว่า ดังนั้น ค่า สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน, h และ heat flux จึงเพิ่มขึ้น

การเดือดโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ การเดือดด้วยการพาความร้อนอิสระและการเดือดด้วยการพาความร้อนโดยบังคับ ในโครงการนี้เป็นารเดือดด้วยการพาความร้อนโดยอิสระจึงจะขอกกล่าวแต่เรื่องการเดือดด้วยการพาความร้อนโดยอิสระอย่างเดียว

การเดือดด้วยการพาความร้อนโดยอิสระ การเดือดแบบนี้เรียกสั้นๆว่าการเดือดอิสระตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของการเดือดแบบนี้คือการเดือดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวร้อนที่แช่อยู่ในของเหลว การถ่ายเทความร้อนจากการเดือด ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อน (heat flux) q กับผลต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับอุณหภูมิอิ่มตัว $T_s - T_{sat}$ ถ้าผลต่างอุณหภูมิมีน้อยของไหลที่อยู่ใกล้พื้นผิวจะได้รับความร้อนจากพื้นผิวโดยการนำความร้อนผ่านของไหล ของไหลที่ร้อนขึ้นจะมีความหนาแน่นลดลงและลอยขึ้นไปบนพื้นผิวทำให้เกิดการพาความร้อนโดยอิสระขึ้นจากพื้นผิวไปสู่ของไหลการระเหยของของเหลวจะเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของของเหลวหากปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดซึ่งอยู่ในน้ำที่สถานะอิ่มตัวที่ความดันบรรยากาศอาจจะทำให้ศึกษาหาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน (heat flux) จากผิวลวดไปยังน้ำที่อยู่รอบๆที่ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างลวดกับน้ำได้ ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน (heat flux)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการเดือด

การถ่ายเทความร้อน (Q, W)

$$Q = h_o A (T_s - T_l) \quad (1)$$

$$h_o = \frac{Q}{A(T_s - T_l)} \quad (2)$$

อัตราการถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ (q , W/m^2)

$$q = \frac{Q}{A}$$

$$q = h_o(T_s - T_l) \quad (3)$$

เมื่อ

Q = การถ่ายเทความร้อน; (W)

q = การถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่; (W/m^2)

A = พื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อน; (m^2)

h_o = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนอกท่อ; (W/m^2K)

T_s = อุณหภูมิที่ผิววัตถุ; ($^{\circ}C$)

T_l = อุณหภูมิของเหลว; ($^{\circ}C$)

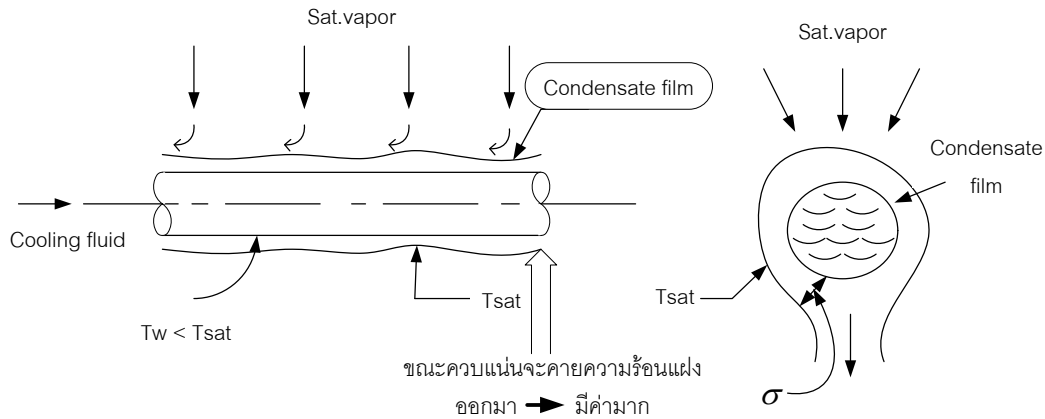
การถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น (Condensation Heat Transfer)

เมื่อไอของของไหลเคลื่อนที่มาสัมผัสกับผิวของผนังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิมืดตัวของไอ จะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว อัตราการควบแน่นของไอขึ้นอยู่กับว่าความร้อนจะถูกระบายออกจากผนังได้รวดเร็วแค่ไหน การควบแน่นแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

3.2.1 การควบแน่นแบบฟิล์ม (Film wise condensation) โดยผิวของของแข็งจะเปียกไปด้วยของเหลว คือการควบแน่นที่ของเหลวที่ได้จากการควบแน่นมีลักษณะเป็นแผ่นบางเคลือบปกคลุมอยู่บนผิวของผนัง และกันไม่ให้ไ้อเกิดการสัมผัสกับพื้นผิวดังนั้นประสิทธิภาพในการควบแน่นจึงต่ำกว่าการควบแน่นแบบหยดซึ่งมีพื้นผิวบางส่วนเปลือยสัมผัสกับไออยู่เสมอการควบแน่นแบบนี้เกิดขึ้นมากในทางปฏิบัติ

3.2.2 การควบแน่นแบบหยด (Drop wise condensation) มีลักษณะหยดน้ำบนผิว คือการควบแน่นที่ของเหลวที่ได้รับการควบแน่นมีลักษณะเป็นหยดอยู่บนผิวของผนัง อัตราการถ่ายเทความร้อนของการควบแน่นแบบนี้มีค่าสูงมากแต่การควบแน่นแบบนี้จะเกิดในระยะแรกของการควบแน่น โดยปกติแล้วการควบแน่นแบบนี้จะไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก

โดยบ่อยครั้งที่การควบแน่นจะเกิดขึ้นทั้ง 2 กรณีจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน และถ้าเป็นสารบริสุทธิ์ การเกิดการควบแน่นจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการควบแน่นแบบหยด (drop wise) และในที่สุดก็จะเป็นกรณีแบบฟิล์ม (film wise)



รูปที่ 4. แสดงการควบแน่นของไอน้ำอ้อมตัว

เมื่อพิจารณาของไหลที่ใช้ในการระบายความร้อนให้เกิดการควบแน่นซึ่งเป็นลักษณะของการไหลในท่อนั้นพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนจะขึ้นกับสมบัติของของไหลเช่นความหนืด (μ) ความหนาแน่น (ρ) รวมทั้งความเร็วของของไหล โดยจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นมักจะเขียนอยู่ในรูปของตัวแปรไร้มิติที่สามารถบ่งบอกลักษณะการไหลของของไหลว่ามีลักษณะราบเรียบหรือแบบปั่นป่วน ซึ่งตัวแปรไร้มิตินี้เรียกว่า Reynolds number (Re)

$$Re_D = \frac{\rho u_m D}{\mu} = \frac{u_m D}{\nu}$$

หรือ
$$Re_D = \frac{4\dot{m}}{\pi\mu D} \quad (4)$$

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ที่ใช้ในการคำนวณสำหรับกรณีการพาความร้อนแบบบังคับภายในท่อ รูปแบบของสมการจะเป็นดังสมการที่ (5)

$$h_i = \frac{k}{d} Nu_D \quad (5)$$

$$Nu_D = 0.023 \times Re_D^{0.8} Pr^{0.4}$$

อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น Q_C , (W)

$$Q_C = \dot{m} c_p (T_{c_2} - T_{c_1}) \quad (6)$$

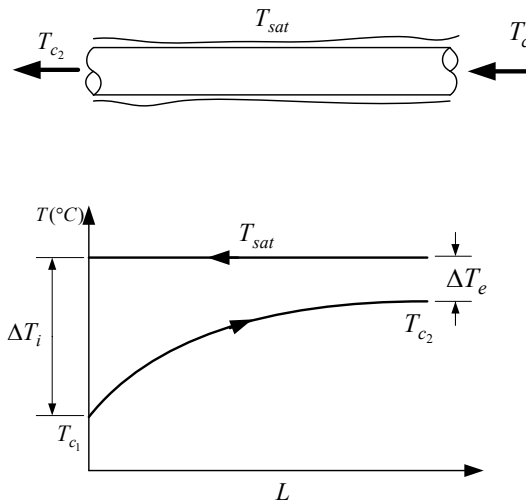
Q_C = อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น, (W)

\dot{m} = อัตราการไหลของของไหล, (kg / s)

c_p = ค่าความร้อนจำเพาะของของไหล, (J / kg.K)

T_{c_1} = อุณหภูมิน้ำทางเข้า (Inlet), ($^{\circ}C$)

T_{c_2} = อุณหภูมิน้ำทางเข้า (Outlet), ($^{\circ}C$)



รูปที่ 5. แสดงผลต่างของอุณหภูมิของการควบแน่น

$$\Delta T_{lm} = \left[\frac{\Delta T_i - \Delta T_e}{\ln\left(\frac{\Delta T_i}{\Delta T_e}\right)} \right] \quad (7)$$

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของของไหลที่ใช้การระบายความร้อนซึ่งทำให้เกิดการควบแน่นของไอจะมีอุณหภูมิทางออกเพิ่มขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิของไอ (Vapor) และอุณหภูมิของเหลว (Liquid) ของสารที่เปลี่ยนสถานะมีค่าเท่ากัน เพราะเป็นช่วงเกิดการเปลี่ยนสถานะจากไอ (Vapor) กลายเป็นของเหลว (Liquid) ภายใต้สภาวะอิ่มตัว

$$T_l = T_v = T_{sat}$$

ในการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม U_o , (Wm^2 / K) ได้ดังนี้

$$Q = U_o A_o \Delta T_{lm}$$

$$U_o = \frac{Q}{A_o \Delta T_{lm}} \quad (8)$$

โดยพื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนมีค่าเท่ากับ $A_0 = \pi dL \quad (m^2)$

U_0 = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (overall heat transfer coefficient) $(W / m^2 K)$

A_0 = พื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนด้านนอกของท่อ, (m^2)

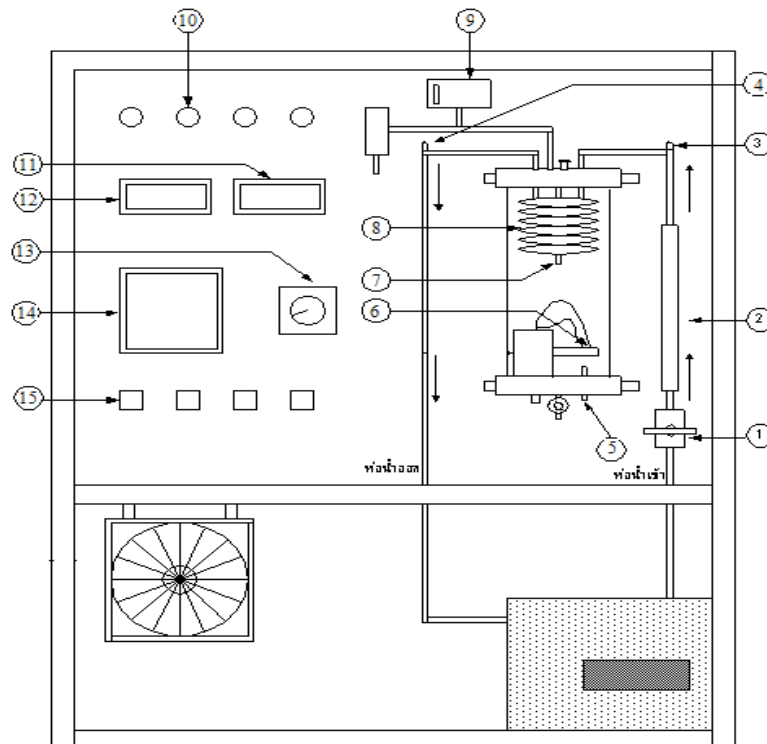
ΔT_{lm} = ผลต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยลอการิทึม (Logarithmic mean temperature difference)

4.เอกสารอ้างอิง

- [1] P.K. Nag, 2002, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, Heat Transfer
- [2] Yunus A. Cengel, 2002, MaGraw-Hill, Thermodynamics
- [3] รศ. สุนันท์ ศรีณนิตย์, พิมพ์ครั้งที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2545, การถ่ายเทความร้อน, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี

5.อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 6 แสดงวงจรการทำงานของชุดทดลอง Boiling and Condensation trainer unit

| ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ | |
|--|---------------------------------------|
| 1. วาล์วปรับอัตราการไหล | 8. คอิลย์ทองแดง (Coil) |
| 2. ชุดวัดอัตราการไหล (Flow Meter) | 9. สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) |
| 3. จุดวัดอุณหภูมิน้ำเข้า (RTD PT100) | 10. ไฟแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ |
| 4. จุดวัดอุณหภูมิน้ำออก (RTD PT100) | 11,12 อ่านอุณหภูมิของจุดต่างๆ |
| 5. จุดวัดอุณหภูมิสารทำความเย็น (TC.) | 13. ปรับควบคุมกระแสที่ป้อนให้ฮีตเตอร์ |
| 6. ฮีตเตอร์ , จุดวัดอุณหภูมิฮีตเตอร์ (TC.) | 14. มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า |
| 7. จุดวัดไอน้ำ (TC.) | 15. สวิตช์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ |

ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

1. เปิดสวิตช์การทำงานหลักของชุดทดลอง Boiling and Condensation trainer unit
2. เปิดสวิตช์ปั๊มน้ำ (pump) และพัดลมระบายความร้อนหม้อน้ำ
3. ปรับอัตราการไหลของน้ำตามเงื่อนไขการทดลอง
4. เปิดสวิตช์อุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) ปรับ power input ตามเงื่อนไขของการทดลอง
5. สังเกตพฤติกรรมการเดือดและการควบแน่น
6. บันทึกผลการทดลองลงตารางบันทึกผลการทดลองหลังจากเปิดระบบ 15 นาที

ชื่อนามสกุลรหัสกลุ่ม.....

การบันทึกผลและผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ปรับ Power input 250 Watt

| Volume flow rate | | Temperature ($^{\circ}\text{C}$) | | | | |
|------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| \dot{V} (%) | \dot{V} (L/h) | Heating Surface (T_s) | Liquid (T_l) | Vapor (T_v) | Inlet (T_{c_1}) | Outlet (T_{c_2}) |
| 10 | 27.5 | | | | | |
| 20 | 51.9 | | | | | |
| 30 | 70.3 | | | | | |
| 40 | 89.2 | | | | | |

ปรับอัตราการไหลของน้ำ 30% = 70.3 L/h

| Power input | | Temperature ($^{\circ}\text{C}$) | | | | |
|----------------|-----------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| Heating (W) | \dot{V} (L/h) | Heating Surface (T_s) | Liquid (T_l) | Vapor (T_v) | Inlet (T_{c_1}) | Outlet (T_{c_2}) |
| 100 | 70.3 | | | | | |
| 150 | 70.3 | | | | | |
| 200 | 70.3 | | | | | |
| 250 | 70.3 | | | | | |

วิธีการคำนวณ

การคำนวณจะแบ่งออกเป็น 2 แบบหลักๆ คือ

1. การเดือด
2. การควบแน่น

โดยกำหนดให้ :

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) 12 mm.

ขนาดความยาวของอุปกรณ์ให้ความร้อน (Heater) 75 mm.

สมการที่ใช้ในกาคำนวณ :

$$\text{สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน} \quad h_o = \frac{Q}{A(T_s - T_l)}, (W/m^2K)$$

$$\text{การถ่ายเทความร้อนต่อหน่วยพื้นที่} \quad q_o = \frac{Q}{A}, (W/m^2)$$

$$\text{อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น} \quad Q_C = \dot{m}C_p(T_{c_2} - T_{c_1}), (W)$$

ตารางการคำนวณ

กรณีการเดือด

ตารางที่ 1 ตารางผลการคำนวณของการเดือด

| Power Input (Watt) | การเดือด (Boiling) | | |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| | $T_s - T_l$ ($^{\circ}C$) | h_o (W/m^2K) | q_o (W/m^2) |
| 100 | | | |
| 150 | | | |
| 200 | | | |
| 250 | | | |

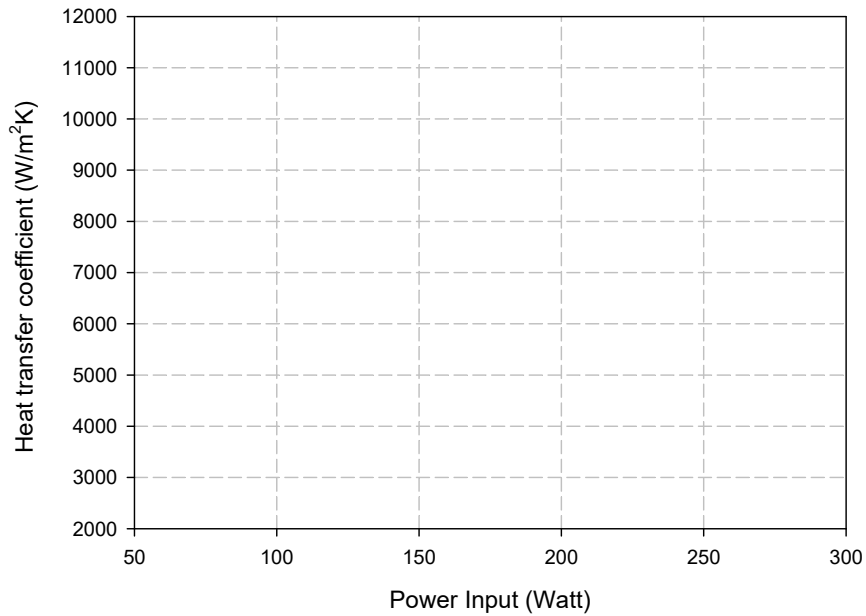
กรณีของการควบแน่น

ตารางที่ 2 ตารางผลการคำนวณของควบแน่น Power input 250 W

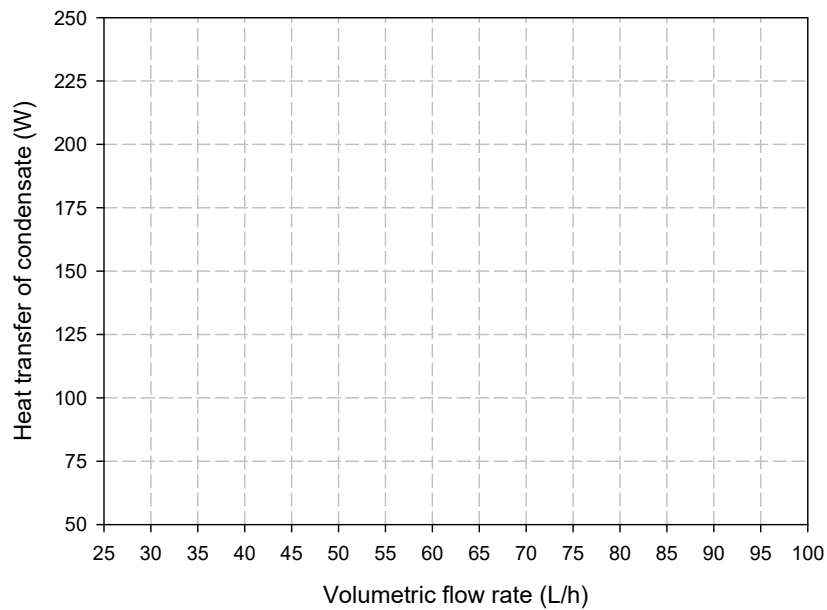
| Volume flow rate | | | การควบแน่น (Condensation) | |
|------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|-----------|
| \dot{V} (%) | \dot{V} (L/h) | \dot{m} (kg/s) | $T_{c_2} - T_{c_1}$ ($^{\circ}C$) | Q_C (W) |
| 10 | 27.5 | | | |
| 20 | 51.9 | | | |
| 30 | 70.3 | | | |
| 40 | 89.2 | | | |

สรุปผลการทดลองและคำถามหลังการทดลอง

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (h_o) กับกำลังงานที่ป้อนเข้าไป (Power Input) ที่ได้จากการทดลอง



2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทความร้อน โดยการควบแน่น (Q_c) กับอัตราการไหลเชิงปริมาตรของน้ำ (\dot{V}) ที่ได้จากการทดลอง



คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายลักษณะการเดือดที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณความร้อนที่จ่ายให้กับขดลวดความร้อน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ค่าสัมประสิทธิ์การเดือดเปลี่ยนแปลงตามปริมาณความร้อนที่จ่ายให้กับขดลวดความร้อนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายลักษณะของการควบแน่นที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. อัตราการไหลของน้ำมีผลอย่างไรต่อการถ่ายเทความร้อนโดยการควบแน่น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 13

ชุดทดลองการปรับอากาศ (Air-Conditioning Test Set)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักศึกษา ได้ศึกษา และทดลอง ปรับอากาศ ในกระบวนการปรับอากาศขั้นพื้นฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบ การทำความเย็น ในกรณีที่มีการจำลองสถานะของภาระความร้อนที่แตกต่างกัน

ทฤษฎี

อากาศ คือของผสมระหว่าง ไนโตรเจน ออกซิเจน และแก๊สอื่นๆ โดยทั่วไปอากาศในบรรยากาศ มักจะมีไอน้ำรวมอยู่ด้วย (หรือความชื้น) และมักจะถูกเรียกว่า อากาศในบรรยากาศ (atmospheric air) ในทางกลับกัน อากาศที่ไม่มีไอน้ำอยู่จะถูกเรียกว่า อากาศแห้ง (dry air) เราจะพิจารณาอากาศเป็นของผสมระหว่างไอน้ำกับอากาศแห้ง ซึ่งองค์ประกอบของอากาศแห้งจะค่อนข้างคงที่ แต่ปริมาณของไอน้ำเปลี่ยนแปลง โดยขึ้นอยู่กับผลของการควบแน่นและการระเหยน้ำในมหาสมุทร ทะเลสาบ แม่น้ำ เป็นต้น น้ำในอากาศนี้จะมีผลต่อความรู้สึกของคนซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละกรณี ดังนั้นปริมาณน้ำในอากาศจำเป็นต้องพิจารณาในการปรับอากาศ ในการออกแบบระบบปรับอากาศจะกำหนดค่าสมบัติต่างๆของอากาศในสถานะที่เหมาะสม ซึ่งความสัมพันธ์ของค่าสมบัติอากาศสามารถหาได้จาก แผนภูมิอากาศชื้น (Psychrometric chart) ซึ่งมักจะถูกใช้อย่างกว้างขวางในการออกแบบระบบปรับอากาศ

แผนภูมิอากาศชื้น (Psychrometric chart)

เป็นแผนภูมิที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสมบัติต่างๆของสถานะอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นจำเพาะ ความชื้นสัมพัทธ์ เอนทัลปี เป็นต้น ซึ่งสามารถอธิบายความหมายของค่าสมบัติต่างๆของสถานะอากาศดังต่อไปนี้

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DB) เป็นอุณหภูมิปกติของอากาศในบรรยากาศที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา อุณหภูมินี้เป็นการแสดงถึงความร้อนสัมผัส โดยค่าความร้อนสัมผัสจะเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

อุณหภูมิกระเปาะเปียก (WB) เป็นอุณหภูมิปกติของอากาศที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยสำลีที่อิมตัวด้วยน้ำและมีการเป่าอากาศผ่านสำลีนั้น โดยอุณหภูมิที่อ่านได้นี้เป็นการอ่านค่า ณ จุดที่อุณหภูมิของกระเปาะเปียกคงที่เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนจากอากาศสู่สำลีที่อิมตัวด้วยน้ำเท่ากับความร้อนที่สูญเสียออกจากรังสีเนื่องจากการระเหย อุณหภูมินี้จะแสดงถึงค่าความร้อนทั้งหมดซึ่งเป็นผลรวมระหว่างความร้อนสัมผัสกับความร้อนแฝง

ปริมาณจำเพาะ (v) เป็นส่วนกลับของความหนาแน่นที่แสดงอยู่ในหน่วย ลูกบาศก์เมตรของอากาศขึ้นต่อมวลของอากาศแห้ง

อุณหภูมิของจุดน้ำค้าง (DP) เป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มมีการควบแน่นเกิดขึ้นเมื่ออากาศทำให้เย็นลงภายใต้ความดันคงที่ หรือเป็นอุณหภูมิอิ่มตัวของน้ำที่ความดันไอของไอน้ำ

$$T_{dp} = T_{sat @ P_v}$$

ความชื้นจำเพาะหรืออัตราส่วนความชื้น (ω) เป็นปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่ในหนึ่งหน่วยมวลของอากาศแห้ง

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} \text{ kg}_{\text{water vapor}} / \text{kg}_{\text{dry air}}$$

$$\omega = \frac{0.622P_v}{P - P_v} \text{ kg}_{\text{water vapor}} / \text{kg}_{\text{dry air}}$$

ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) เป็นอัตราส่วนระหว่างความดันของไอน้ำจริงในอากาศต่อความดันของไอน้ำอิ่มตัวของอากาศที่อุณหภูมิเดียวกัน

$$\phi = \frac{m_v}{m_g} = \frac{P_v}{P_g}$$

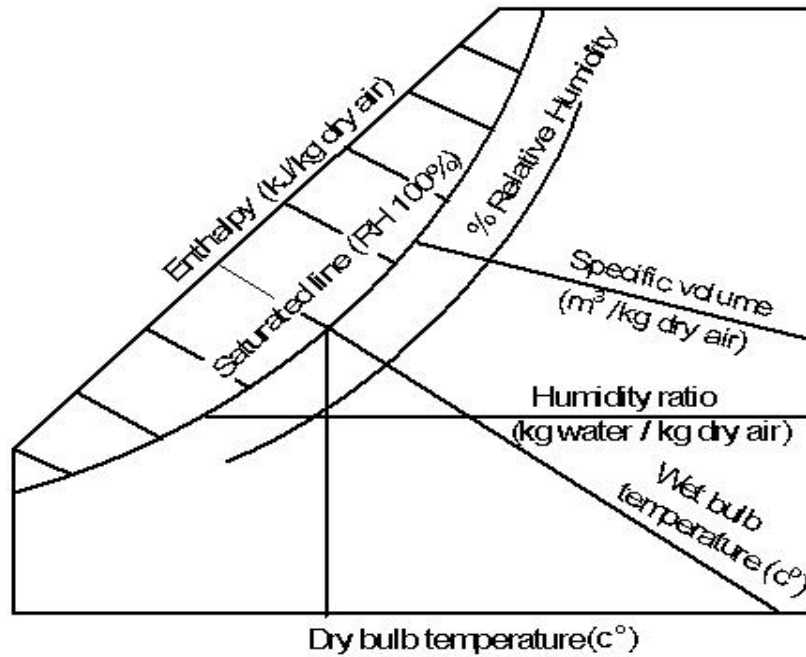
เมื่อ $P_g = P_{sat @ T}$

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะมีค่าตั้งแต่ 0 สำหรับอากาศแห้ง จนถึง 1 สำหรับอากาศอิ่มตัว ข้อสังเกตคือ ปริมาณความชื้นที่สามารถมีอยู่ได้ในอากาศจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ

เอนทัลปีของอากาศชื้น (h) เป็นผลรวมระหว่างเอนทัลปีของอากาศแห้งกับเอนทัลปีของไอน้ำในอากาศซึ่งแสดงถึงค่าความจุความร้อนของอากาศชื้นในหน่วยพลังงานต่อมวลอากาศแห้ง

$$h = h_a + \omega h_v = C_p T + \omega h_v$$

จากค่าสมบัติของสภาวะของอากาศต่างๆเมื่อนำมาแสดงความสัมพันธ์บนแผนภูมิอากาศชื้นจะแสดงดังรูป



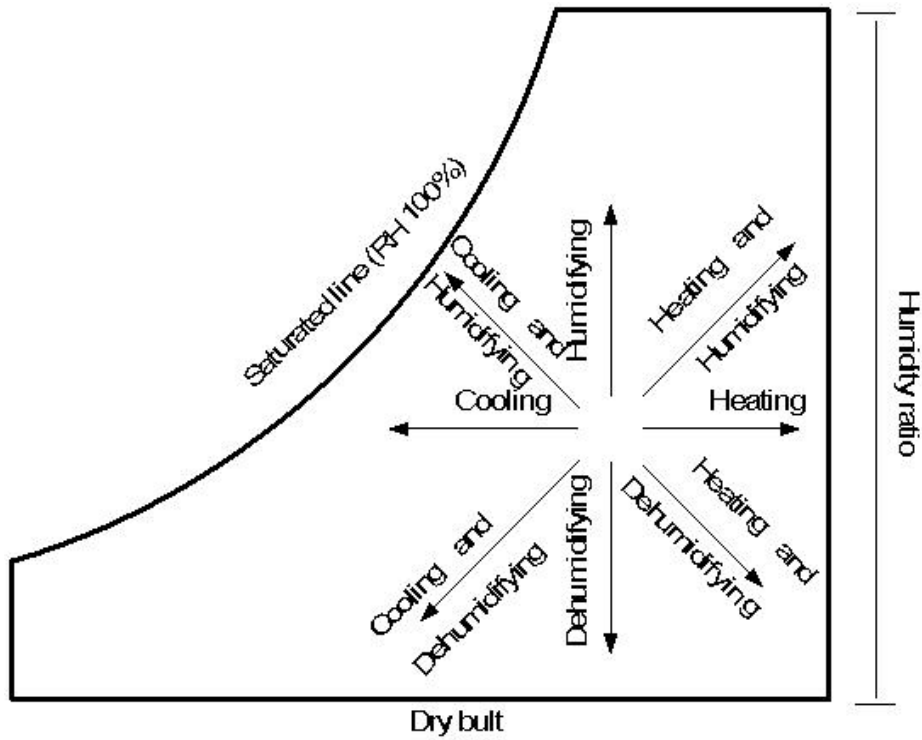
รูปที่ 1. แสดงแผนภูมิอากาศชื้น (Psychrometric chart)

แผนภูมิอากาศชื้นนอกจากจะทำให้สามารถหาค่าสมบัติของสภาวะของอากาศได้แล้ว แผนภูมินี้ยังสามารถแสดงลักษณะของกระบวนการปรับอากาศได้อีกด้วย

กระบวนการปรับอากาศ

กระบวนการปรับอากาศพื้นฐานจะแบ่งออกเป็น 8 กระบวนการ ดังรูปที่ 2

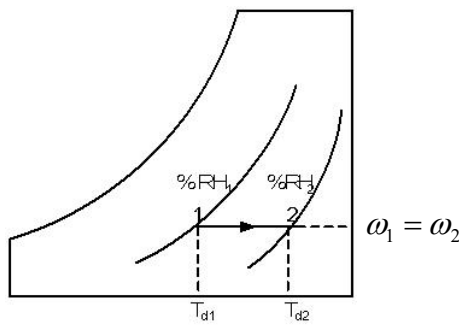
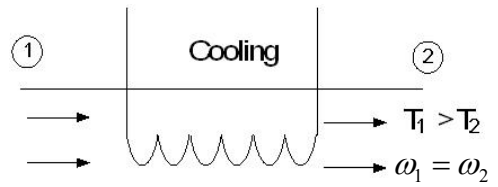
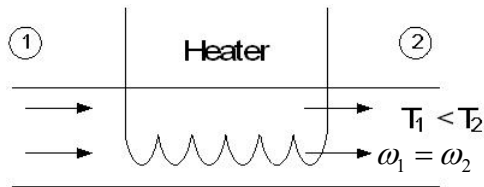
1. กระบวนการทำให้อากาศร้อน (Sensible Heating process)
2. กระบวนการทำให้อากาศเย็น (Sensible Cooling process)
3. กระบวนการทำให้อากาศชื้น (Humidification process)
4. กระบวนการทำให้อากาศแห้ง (Dehumidification process)
5. กระบวนการทำให้อากาศเย็นและชื้น (Cooling Humidification process)
6. กระบวนการทำให้อากาศเย็นและแห้ง (Cooling Dehumidification process)
7. กระบวนการทำให้อากาศร้อนและชื้น (Heating Humidification process)
8. กระบวนการทำให้อากาศร้อนและแห้ง (Heating Dehumidification process)



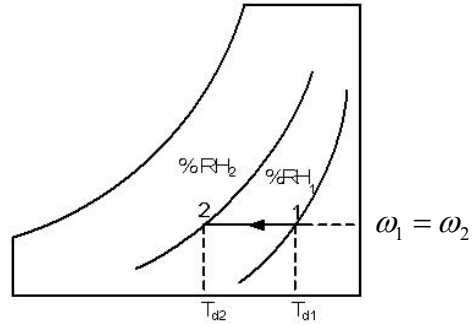
รูปที่ 2. แสดงเส้นกระบวนการปรับอากาศแบบพื้นฐาน

1. กระบวนการทำให้อากาศร้อนหรือเย็น (Sensible heating and cooling process)

เป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะความร้อนสัมผัสของอากาศระหว่างกระบวนการอย่างเดียว โดยจะมีการดึง (Cooling) หรือเพิ่ม (Heating) ความร้อนให้กับอากาศ ทำให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งเปลี่ยนแปลง (ได้จากกรวัด) แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นในอากาศ



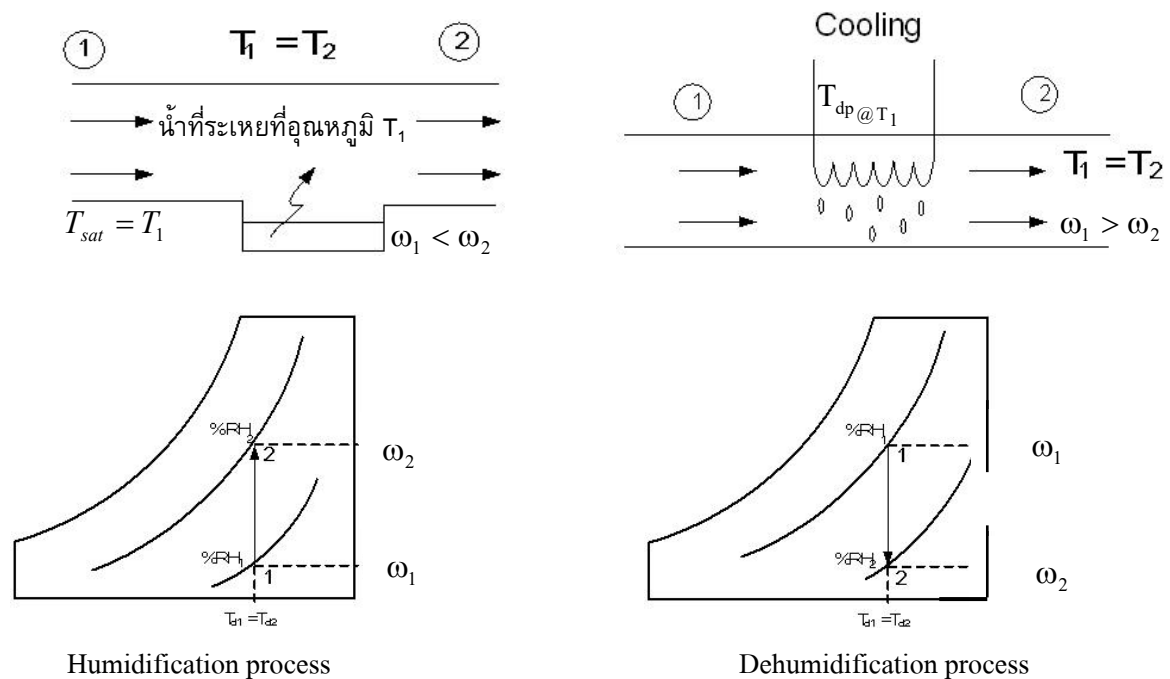
Sensible heating process



Sensible cooling process

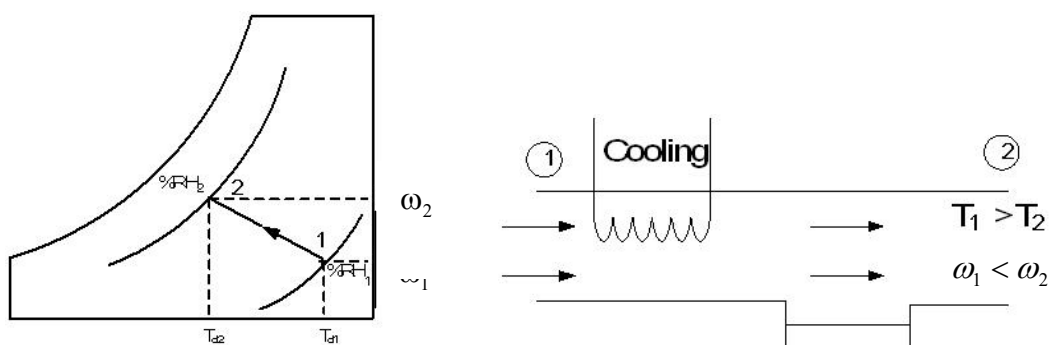
2. กระบวนการทำให้อากาศชื้นหรือแห้ง (Humidification or Dehumidification process)

เป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำในอากาศทำให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความร้อนสัมผัส (อุณหภูมิ DB คงที่)



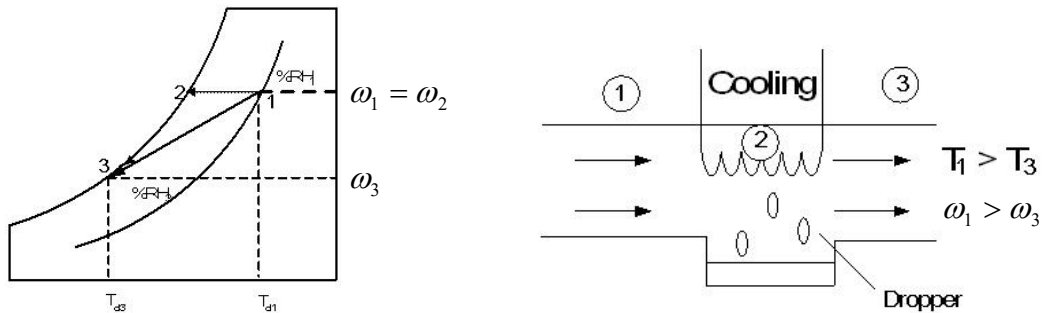
3. กระบวนการทำให้อากาศเย็นและชื้น (Cooling Humidification process)

เป็นกระบวนการที่อากาศแห้ง (อากาศไม่อิ่มตัว) มีอุณหภูมิต่ำลงแต่มีความชื้นเพิ่มขึ้นเนื่องจากอากาศแห้งถ่ายเทความร้อนให้แก่ น้ำในกระบวนการ ทำให้น้ำเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำซึ่งไอน้ำนี้จะเข้าไปรวมอากาศไม่อิ่มตัว จะทำให้ได้อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นสูงขึ้น



4. กระบวนการทำให้อากาศเย็นและแห้ง (Cooling Dehumidification process)

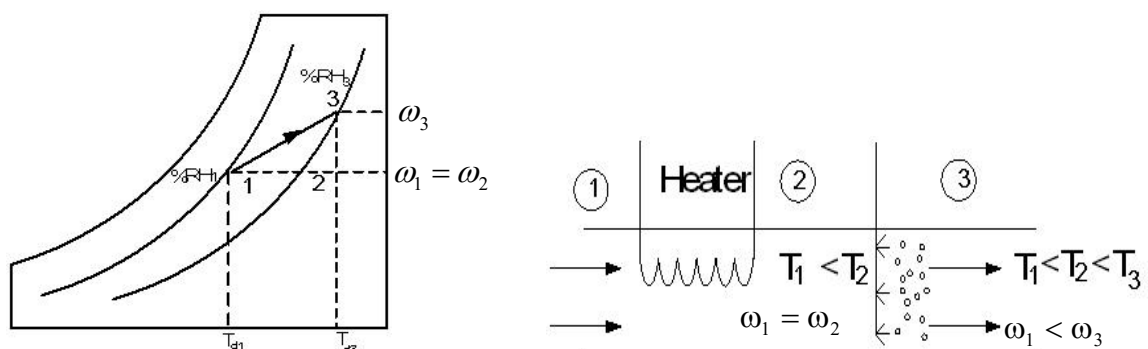
เป็นกระบวนการที่ทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงและมีความชื้นลดลง โดยจะให้อากาศไม่อิ่มตัวไ้ผ่านท่อขดลวดความเย็นทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลงเมื่ออุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิจุดน้ำค้างจะทำให้ไอน้ำในอากาศเกิดการควบแน่นส่งผลให้ความชื้นในอากาศลดลง (ω)



Cooling Dehumidification process

5. กระบวนการทำให้อากาศร้อนและชื้น (Heating Humidification process)

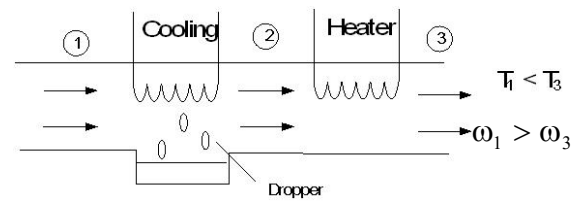
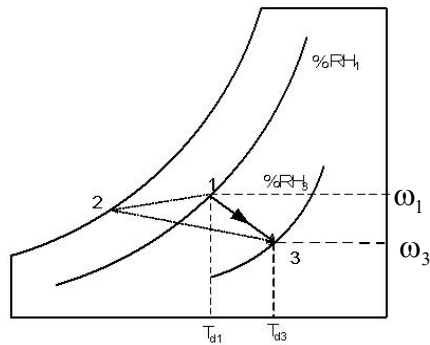
เป็นกระบวนการที่ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นและมีความชื้นเพิ่มขึ้น ทำได้โดยการนำอากาศไม่อิ่มตัวที่มีอุณหภูมิสูง(ผ่านขดลวดความร้อน)มาทำการเพิ่มความชื้น โดยการฉีดไอน้ำเข้าไป กระบวนการเพื่อให้อากาศที่ไม่อิ่มตัวรับไอน้ำเพิ่มเข้าไป เมื่อพิจารณาอุณหภูมิจุด 2 และ 3 จะพบว่าถ้าทำการป้อนไอน้ำเข้าไปในกระบวนการในลักษณะเป็นละอองไอน้ำจะทำให้อากาศไม่ต้องสูญเสียความร้อนให้กับน้ำเพื่อใช้ในการระเหย จึงทำให้ $T_2 > T_3$ แต่ในทางกลับกันถ้าทำการป้อนไอน้ำเข้าไปในกระบวนการในลักษณะไม่เป็นละอองไอน้ำ (โดยการฉีดน้ำ) จะทำให้อากาศต้องสูญเสียความร้อนให้กับน้ำเพื่อใช้ในการระเหย จึงทำให้ $T_2 < T_3$



Heating Humidification process

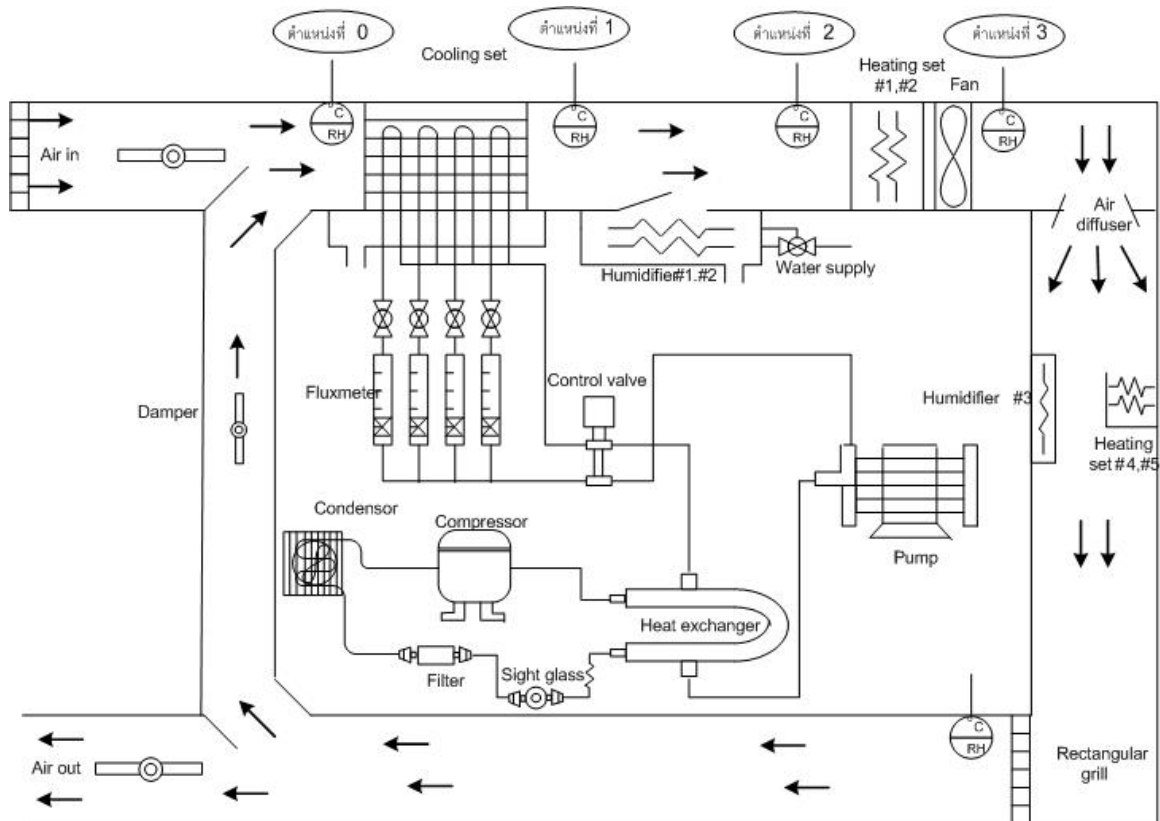
6. กระบวนการทำให้อากาศแห้งและร้อน (Heating Dehumidification process)

เป็นกระบวนการที่ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่มีปริมาณความชื้นลดลง ทำได้โดยการนำอากาศที่มีความชื้นต่ำ (อากาศที่ผ่านการลดความชื้นเนื่องจากการควบแน่น) ไปหลผ่านขดลวดความร้อน อากาศที่ได้จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น กระบวนการนี้นิยมกับการปรับอากาศในช่วงฤดูหนาว



Heating Dehumidification process

การทดลอง



รูปที่ 3. แสดงวงจรการทำงานของชุดทดลอง Air conditioning trainer unit

ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

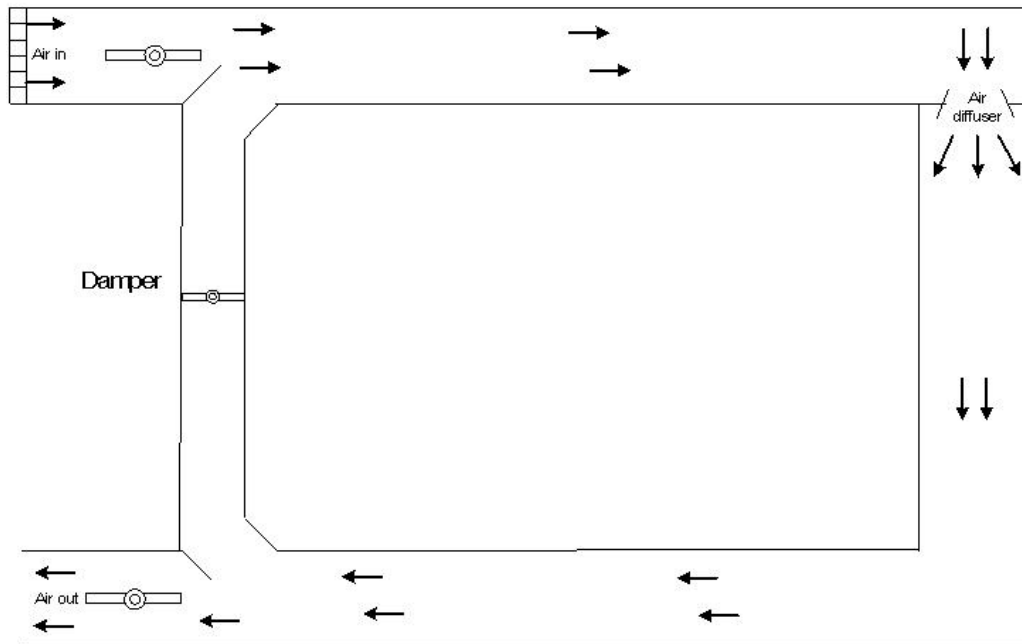
1. เปิดสวิตซ์การทำงานหลักของชุดทดลอง Air conditioning trainer unit
2. เปิดสวิตซ์การทำงานของปั้มน้ำเย็น (pump)
3. เปิดสวิตซ์การทำงานของคอมเพรสเซอร์ (compressor)
4. ปรับความเร็วของอากาศที่ไหลในระบบให้เท่ากับ 2.2 m/s
5. ตั้งค่าอุณหภูมิของน้ำเย็นให้มีค่าเท่ากับ 10°C
6. ตรวจสอบระดับน้ำในชุด Humidifier ของระบบ

วิธีการทดลอง

การทดลองจะถูกแบ่งออกเป็นกรทดลองหลักๆ มี 2 แบบ คือ

1. ทำการทดลองที่ระบบเปิด
2. ทำการทดลองที่ระบบปิด

การทดลองกรณีระบบเปิด



รูปที่ 4. แสดงการทำงานของชุดทดลองในกรณีระบบเปิด

โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กระบวนการ ดังนี้

1. กระบวนการทำให้อากาศร้อนและชื้น (Heating Humidification process)

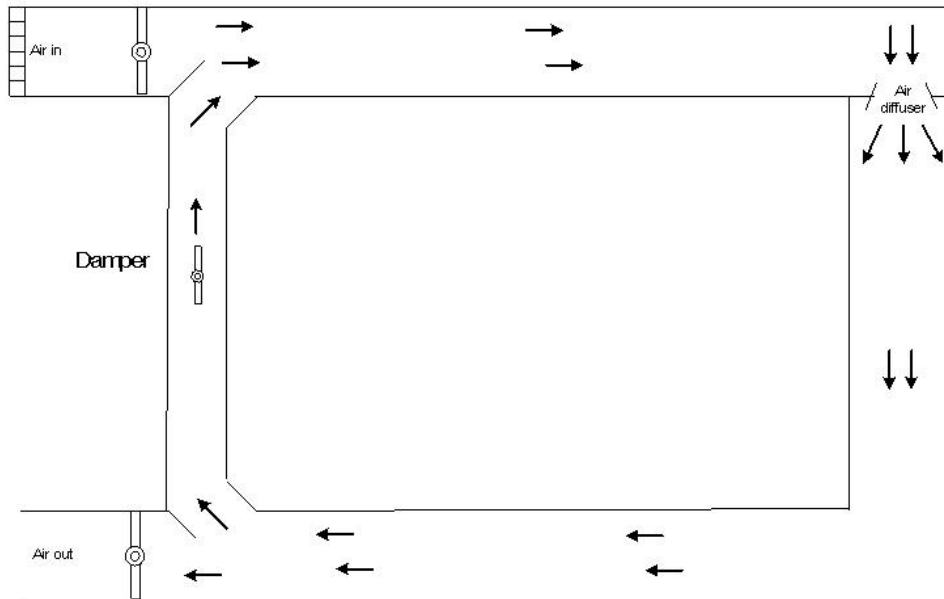
- ทำการเปิดสวิตซ์ Heating set ตัวที่ 1 และ 2
- ทำการเปิดสวิตซ์ Humidifier ตัวที่ 1 และ 2 รอจนกว่าน้ำจะเดือด
- ทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตำแหน่ง 1, 2 และ 3 (ดังรูปที่3) ทุกๆ 1 นาทีจนครบ 10 นาที

2. กระบวนการทำให้อากาศเย็นและชื้น (Cooling Humidification process)

- ทำการปิดสวิตซ์ Heating set ตัวที่ 1 และ 2 (รอให้อุณหภูมิเย็นลงก่อน)
- ทำการเปิด Control valve ของน้ำเย็น (cooling set ทำงาน)
- ทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตำแหน่ง 0, 1 และ 2 (ดังรูปที่3) ทุกๆ 1 นาทีจนครบ 10 นาที

หมายเหตุ ต้องทำการตรวจสอบระดับน้ำใน Humidifier ก่อนการทดลอง เมื่อทำการเติมน้ำแล้วควรรอให้น้ำ Humidifier เริ่มเดือดก่อนและตรวจสอบระดับน้ำตลอดการทดลอง

การทดลองกรณีที่ระบบปิด



รูปที่ 5. แสดงการทำงานของชุดทดลองในกรณีระบบปิด

ทำการจำลองสถานะของอากาศโดยการเพิ่ม Sensible heat load และ Latent heat load โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ทำการเปิดสวิตช์ Heating set ตัวที่ 3
- ทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตำแหน่ง 0 และ 1 (ดังรูปที่ 3) ทุกๆ 1 นาทีจนครบ 10 นาที
- ทำการเปิดสวิตช์ Humidifier ตัวที่ 3 รอจนกว่าน้ำจะเดือด
- ทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตำแหน่ง 0 และ 1 (ดังรูปที่ 3) ทุกๆ 1 นาที จนเกิดการการควบแน่นของไอน้ำที่ Cooling set

บันทึกผลการทดลอง

การทดลองกรณีระบบเปิด

1. กระบวนการทำให้อากาศ.....

ตารางที่ 1.1 บันทึกการปรับอากาศ

| เวลา (นาที) | อุณหภูมิ (°C) | | | ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | | |
|-------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|
| | ตำแหน่งที่ 1 | ตำแหน่งที่ 2 | ตำแหน่งที่ 3 | ตำแหน่งที่ 1 | ตำแหน่งที่ 2 | ตำแหน่งที่ 3 |
| 0 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | | |

ตารางที่ 1.2 หาค่าสมบัติต่างๆ ของสภาวะอากาศของกระบวนการทำให้อากาศร้อนและชื้น

| ตำแหน่งที่ | สมบัติต่างๆ ของสภาวะอากาศ | | | | | | |
|------------|---------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| | <i>DB</i> | <i>RH</i> | <i>WB</i> | <i>v</i> | <i>ω</i> | <i>h</i> | <i>DP</i> |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |

2. กระบวนการทำให้อากาศ.....

ตารางที่ 2.1 บันทึกการปรับอากาศ

| เวลา (นาที) | อุณหภูมิ (°C) | | | ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | | |
|-------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|
| | ตำแหน่งที่ 0 | ตำแหน่งที่ 1 | ตำแหน่งที่ 2 | ตำแหน่งที่ 0 | ตำแหน่งที่ 1 | ตำแหน่งที่ 2 |
| 0 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | | |

ตารางที่ 2.2 หาค่าสมบัติต่างๆ ของสภาวะอากาศของกระบวนการทำให้อากาศเย็นและชื้น

| ตำแหน่งที่ | สมบัติต่างๆ ของสภาวะอากาศ | | | | | | |
|------------|---------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| | <i>DB</i> | <i>RH</i> | <i>WB</i> | <i>v</i> | <i>ω</i> | <i>h</i> | <i>DP</i> |
| 0 | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

3. กระบวนการทำให้อากาศ.....

ตารางที่ 2.1 บันทึกการปรับอากาศ

| เวลา (นาที) | อุณหภูมิ (°C) | | | ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) | | |
|-------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|--------------|--------------|
| | ตำแหน่งที่ 0 | ตำแหน่งที่ 1 | ตำแหน่งที่ 2 | ตำแหน่งที่ 0 | ตำแหน่งที่ 1 | ตำแหน่งที่ 2 |
| 0 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | | |

ตารางที่ 2.2 หาค่าสมบัติต่างๆ ของสภาวะอากาศของกระบวนการทำให้อากาศเย็นและชื้น

| ตำแหน่งที่ | สมบัติต่างๆ ของสภาวะอากาศ | | | | | | |
|------------|---------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| | <i>DB</i> | <i>RH</i> | <i>WB</i> | <i>v</i> | <i>ω</i> | <i>h</i> | <i>DP</i> |
| 0 | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |

3.จากการทดลองกระบวนการปรับอากาศทั้งหมด นำค่าสมบัติต่างๆของอากาศไป plot ค่าในแผนภูมิความชื้น (Psychrometric chart) (แผนภูมิความชื้นที่ทำการทดลอง) โดยทำการแยกกันในแต่ละกระบวนการ ทั้งระบบปิดและระบบเปิด (ทั้งหมดมี 3 แผนภูมิ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

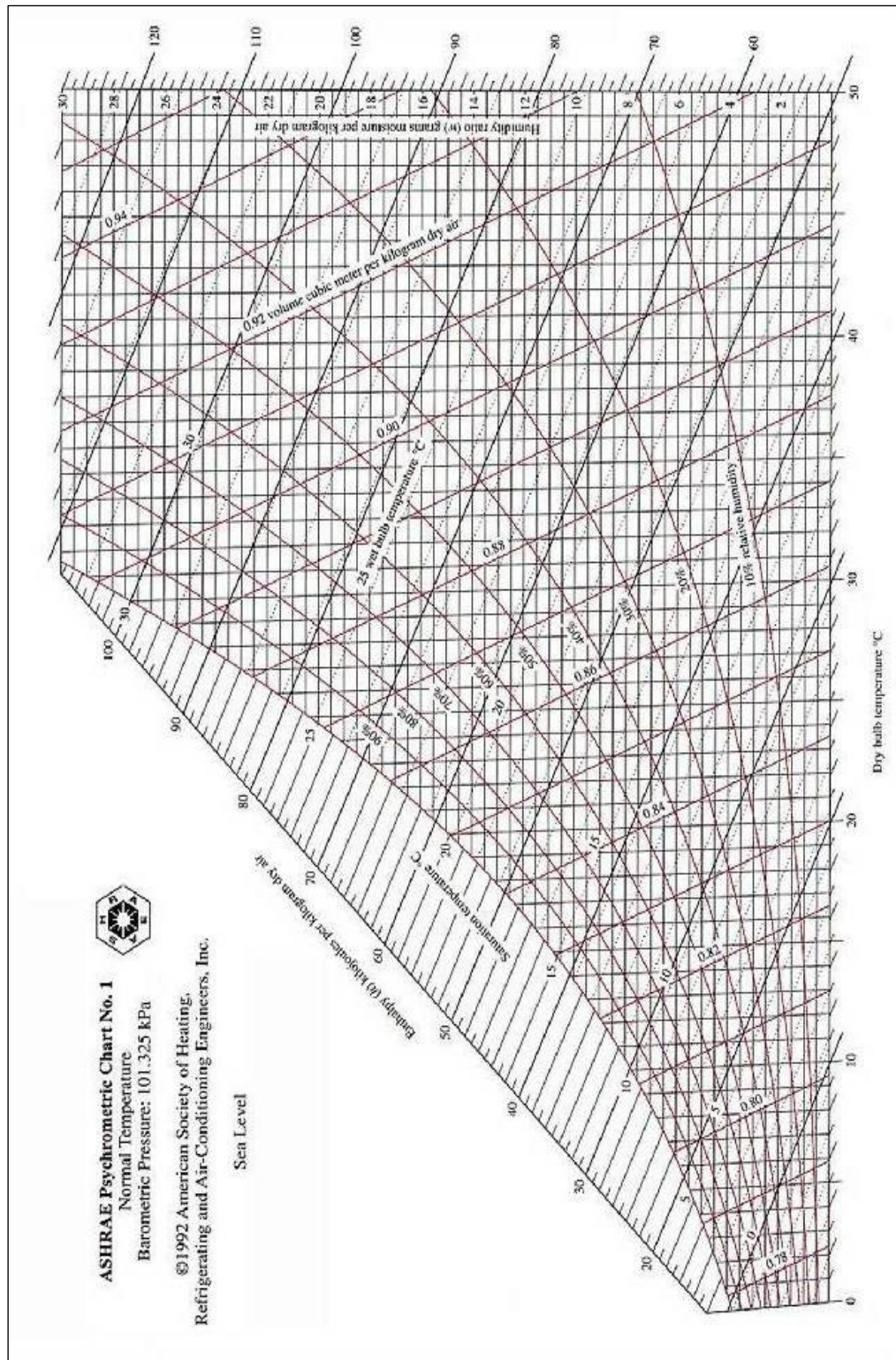
.....

.....

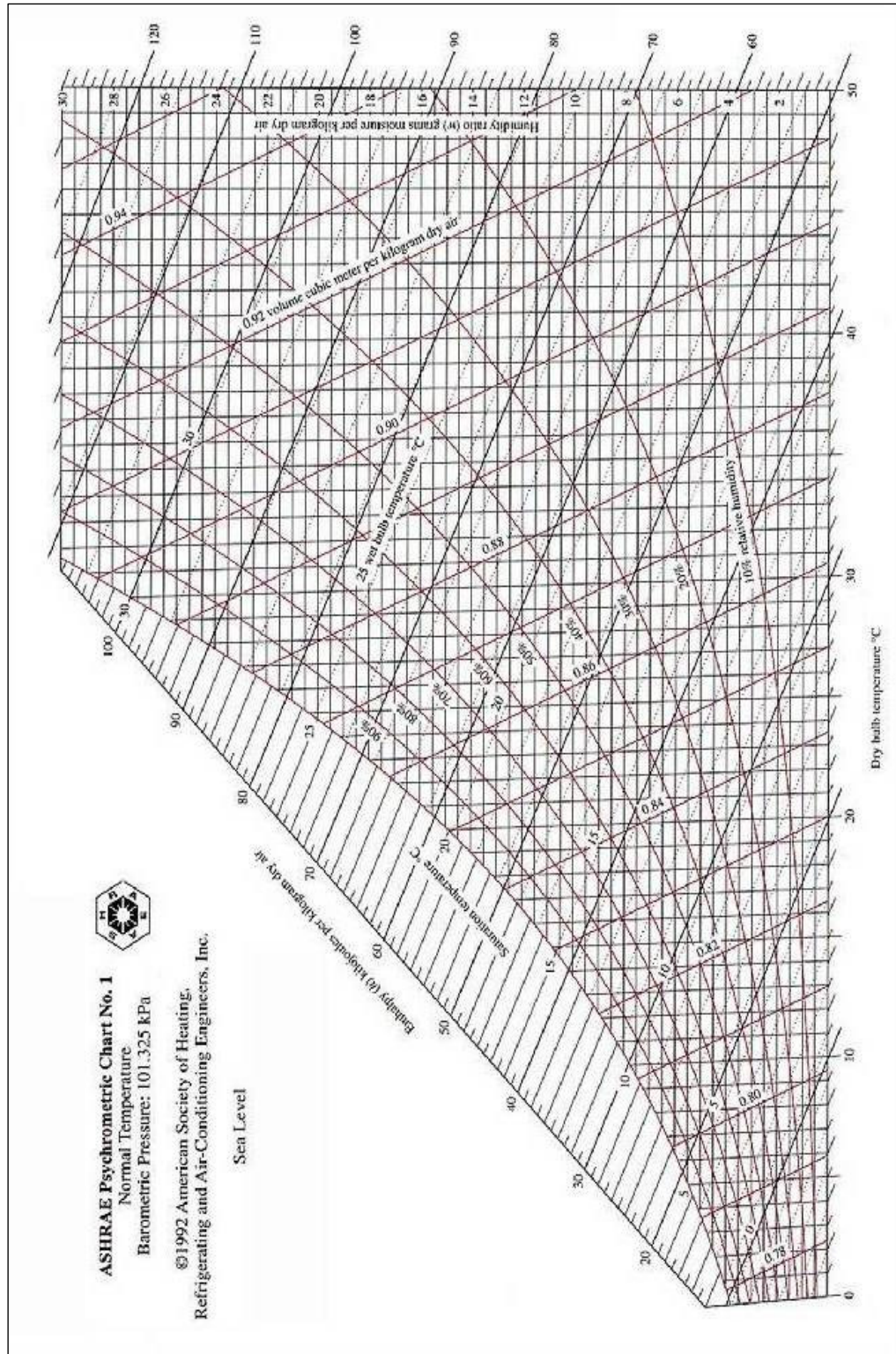
.....

.....

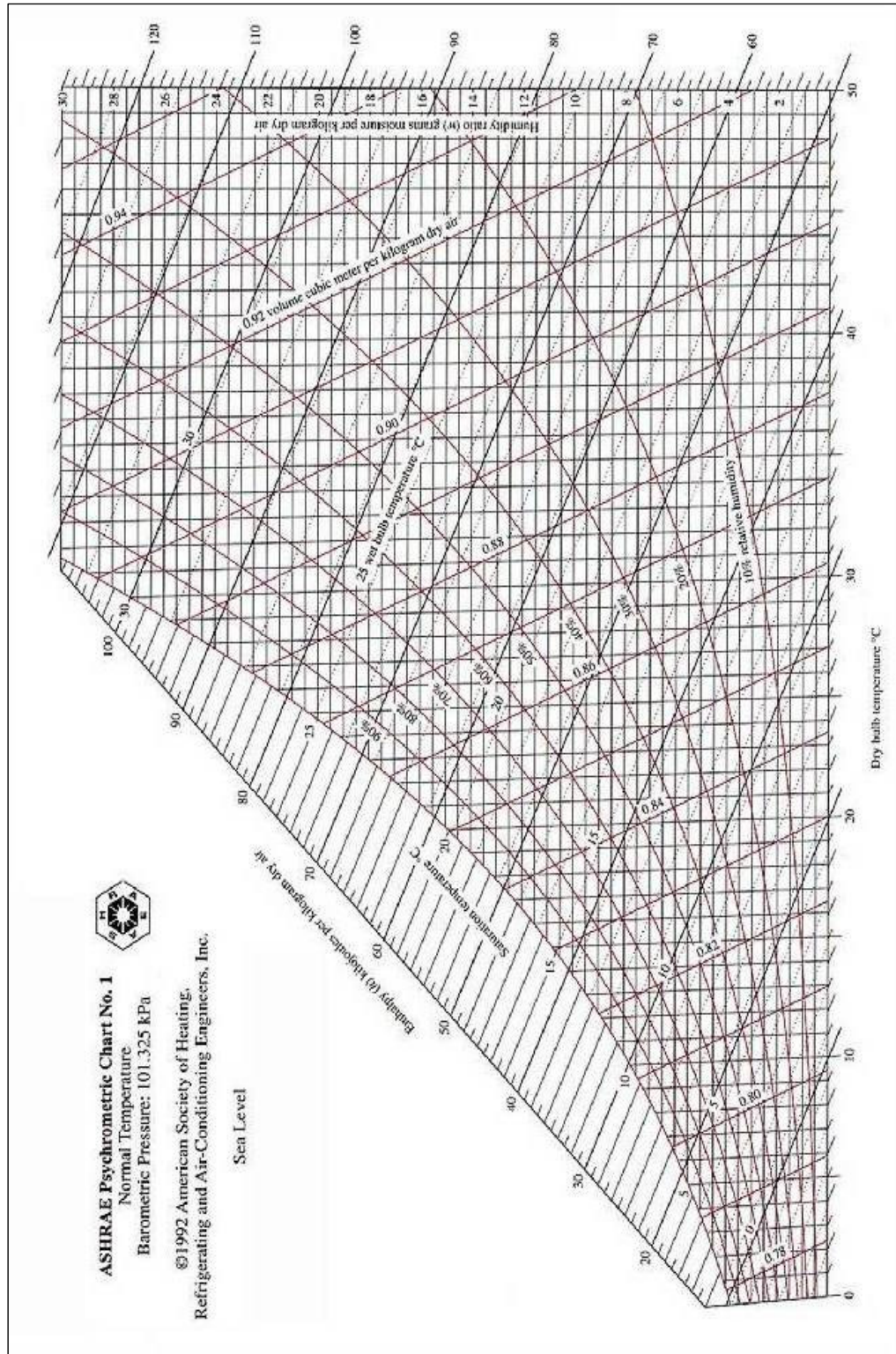
1. กระบวนการทำให้อากาศ.....



2. กระบวนการทำให้อากาศ.....



3. กระบวนการทำให้อากาศ.....



การทดลองที่ 14

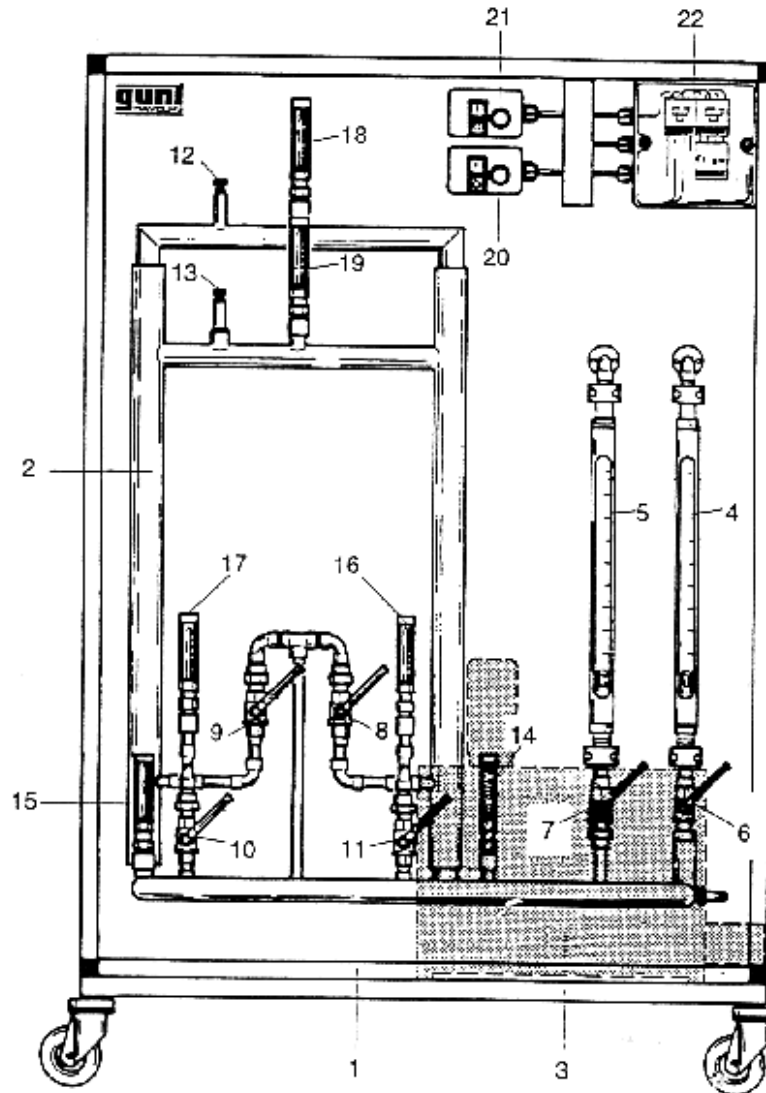
ชุดทดลองการแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยท่อร่วมศูนย์กลาง (Concentric Tube Heat Exchangers)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบการไหลตามกัน (Parallel-current water flow) และการไหลสวนทางกัน (Counter-current water flow)
2. เพื่อศึกษาปัจจัยในการถ่ายเทความร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

อุปกรณ์การทดลอง

1. ชุดขาตั้ง
2. ท่อแลกเปลี่ยนความร้อน (Concentric tube)
3. ถังน้ำร้อนซึ่งประกอบด้วยปั๊ม และ Thermostat
4. Variable flow meter สำหรับน้ำร้อน (Rotameter)
5. Variable flow meter สำหรับน้ำเย็น (Rotameter)
6. Ball valve V_1 สำหรับควบคุมอัตราการไหลของน้ำร้อน
7. Ball valve V_2 สำหรับควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็น
8. Ball valve V_3 สำหรับน้ำเย็นเข้า (ไหลตามกัน)
9. Ball valve V_4 สำหรับน้ำเย็นเข้า (ไหลสวนทางกัน)
10. Ball valve V_5 สำหรับน้ำเย็นออก (ไหลตามกัน)
11. Ball valve V_6 สำหรับน้ำเย็นออก (ไหลสวนทางกัน)
12. Valve ระบายอากาศตัวที่ 1 สำหรับวงจรน้ำร้อน
13. Valve ระบายอากาศตัวที่ 2 สำหรับวงจรน้ำเย็น
14. Temperature Detector No. 1 สำหรับน้ำร้อนเข้า
15. Temperature Detector No. 2 สำหรับน้ำร้อนออก
16. Temperature Detector No. 3 สำหรับน้ำเย็นเข้า (ไหลตามกัน)
17. Temperature Detector No. 4 สำหรับน้ำเย็นออก (ไหลตามกัน)
18. Temperature Detector No. 5 ที่กึ่งกลางน้ำร้อน
19. Temperature Detector No. 6 ที่กึ่งกลางน้ำเย็น
20. สวิตช์ เปิด-ปิด ปั๊ม
21. สวิตช์ เปิด-ปิด ตัวทำความร้อน (heater)
22. สะพานไฟ หรือตัวตัดต่อไฟ



รูปที่ 1. อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน แบบ Concentric Tube

ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

บทนำ (Introduction of heat exchanger, HEX)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นอุปกรณ์ใช้ในการถ่ายเทความร้อนจากของไหลสายหนึ่งที่มีอุณหภูมิสูงไปยังของไหลสายหนึ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยสายของไหลที่มีอุณหภูมิสูงเรียกว่า สายร้อน (Hot stream) และสายของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเรียกว่า สายเย็น (Cold stream) อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหลายชนิดถูกพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้กับ โรงต้นกำลัง (Power plant), เครื่องทำความเย็นและระบบปรับอากาศ เป็นต้น

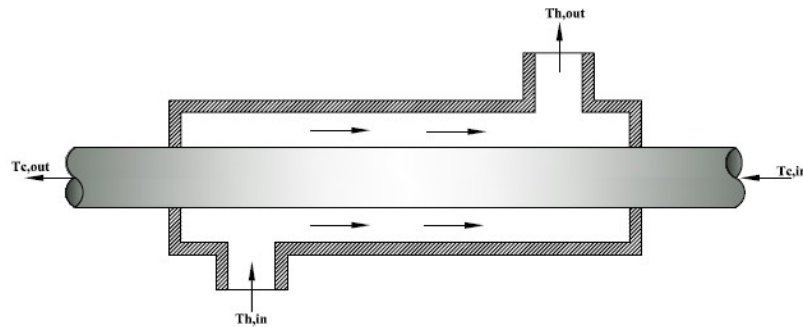
ประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถแบ่งแยกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่

- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดถ่ายเทความร้อน (Recuperator)

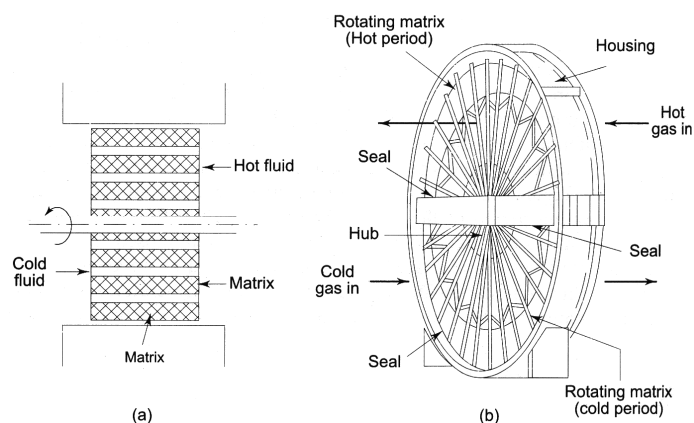
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดกักเก็บความร้อน (Regenerator)
- เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดสัมผัสโดยตรง (Mixer)

การแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดถ่ายเทความร้อน(Recuperator) นั้นของไหลทั้งสองสายจะแยกจากกันและไม่ผสมกันตลอดการแลกเปลี่ยนความร้อน ความร้อนจะถ่ายเทผ่านผนังซึ่งกั้นสายของไหลทั้ง 2 สายเท่านั้น ดังรูปที่ 2



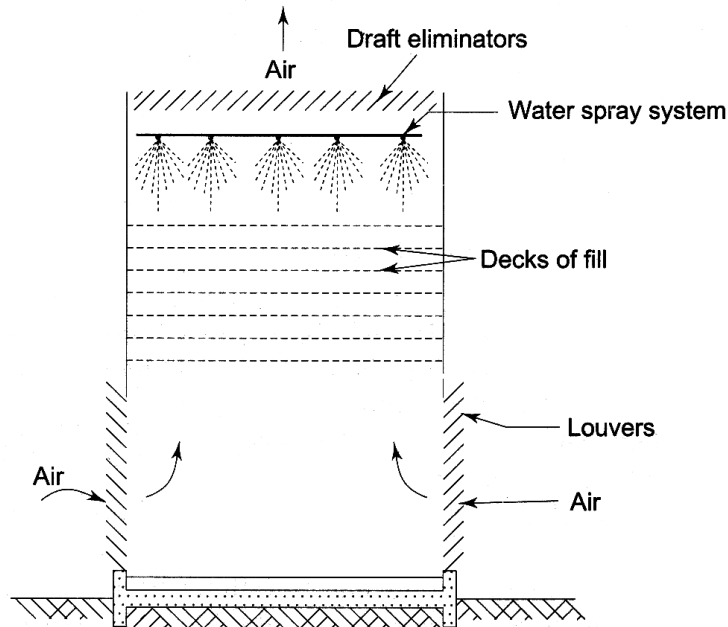
รูปที่ 2 แสดงแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดถ่ายเทความร้อน

การแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดกักเก็บความร้อน(Regenerator) นั้นของไหลทั้งสายร้อนและสายเย็นจะไหลผ่านวัสดุที่มีการวางตัวอย่างซับซ้อน (Solid matrix) ซึ่งมีค่าความจุความร้อนสูง โดยเมื่อสายของไหลร้อนไหลผ่าน matrix ในช่วงเวลาหนึ่งความร้อนจากสายร้อนจะถูกถ่ายเทให้กับ matrix ซึ่งจะสะสมไว้ในรูปแบบของการเพิ่มขึ้นของพลังงานภายในของวัสดุที่ใช้เป็น matrix โดยพลังงานที่สะสมไว้จะถูกถ่ายเทให้กับสายเย็น เมื่อสายเย็นไหลผ่าน matrix นี้ในช่วงเวลาต่อมา ซึ่ง matrix ดังกล่าวจะทำงานเป็นช่วงๆ สลับกันระหว่างสายร้อนและสายเย็น ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3

การแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดสัมผัสโดยตรง (Mixer) นั้นของไหลทั้งสองสายจะผสมกันและถ่ายเทความร้อนด้วยการสัมผัสกันโดยตรง เครื่องอุณหภูมิต่ำแบบเปิดหึ่งเย็น (Cooling tower) เป็นตัวอย่างของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดสัมผัสโดยตรง การถ่ายเทความร้อนในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้ไม่สามารถใช้ได้กับของไหลที่เป็น gas ทั้งสองสายได้ลักษณะของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดสัมผัสโดยตรง

ในการทดลองเป็นการทดลองการแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดถ่ายเทความร้อนเท่านั้นซึ่งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้ยังแบ่งได้อีกหลายชนิดดังนี้

1. Concentric tube or Double pipe heat exchanger

เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีโครงสร้างง่ายที่สุด ซึ่งมีลักษณะที่เป็นท่อที่มีขนาดต่างกันวางซ้อนกัน และมีจุดศูนย์กลางร่วมกัน โดยของไหลชนิดหนึ่งจะไหลอยู่ภายในท่อชั้นใน และของไหลอีกชนิดหนึ่งจะไหลอยู่ภายในท่อชั้นนอก การถ่ายเทความร้อนจะถูกส่งผ่านผนังท่อชั้นในเพียงอย่างเดียว

2. Compact heat exchanger

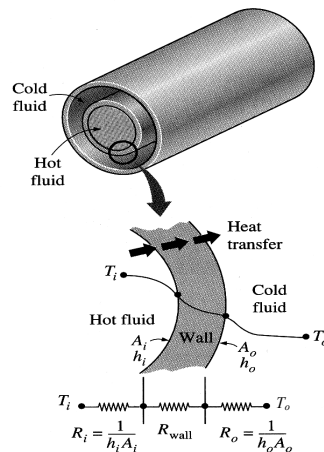
เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนต่อปริมาตรของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสูง(มากกว่า $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$) ทำให้ได้เปรียบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดอื่นๆ เพราะจะมีขนาดเล็กกว่า ในขณะที่สามารถถ่ายเทความร้อนได้ในปริมาณที่เท่ากัน

3. Shell-and-tube heat exchanger

โดยมีของไหลชนิดหนึ่งไหลในเปลือกและของไหลอีกชนิดหนึ่งไหลในท่อ โดยจะมีท่อจำนวนมากบรรจุอยู่ในเปลือกและมีแผ่นกั้น(Baffles) ติดตั้งภายในเปลือกเพื่อบังคับให้ของไหลที่ไหลภายในเปลือกให้ไหลขวางกับท่อซึ่งบรรจุอยู่ในเปลือกเพื่อเป็นการเพิ่มการถ่ายเทความร้อน (เพิ่มระยะเวลาในการถ่ายเทความร้อน)

The overall heat transfer coefficient

การถ่ายเทความร้อนจากสายร้อนไปยังสายเย็นในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อซ้อนกันมีกลไกในการถ่ายเทความร้อน คือ ความร้อนจากสายร้อนจะถูกพาไปยังผนังท่อด้านในด้วยการพาความร้อนและถ่ายเทผ่านผนังท่อด้วยการนำความร้อน สุดท้ายเป็นการถ่ายเทจากผนังมายังสายเย็นด้วยการพาความร้อน ซึ่งจากกระบวนการถ่ายเทความร้อนนี้สามารถเขียนเป็นเครื่องข่ายตัวต้านทานความร้อน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 5 แสดงเครื่องข่ายตัวต้านทานความร้อน

พื้นที่ผิวในการถ่ายเทความร้อนภายในและภายนอกผ่านท่อชั้นในหาได้จาก

$$A_i = \pi D_i L$$

$$A_o = \pi D_o L$$

สำหรับการต้านทานความร้อนผ่านผนังท่อด้านใน (R_{wall}) หาได้จาก

$$R_{wall} = \frac{\ln(D_o / D_i)}{2\pi K L}$$

K = Thermal conductivity ของท่อ

L = ความยาวท่อ

ดังนั้นสามารถเขียนความต้านทานความร้อนรวมมีค่าเท่ากับ

$$R_{total} = R_i + R_{wall} + R_o = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{\ln(D_o / D_i)}{2\pi K L} + \frac{1}{h_o A_o}$$

เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์จึงเขียนความต้านทานความร้อนรวมเป็นตัวเดียวจากสายร้อนไปยังสายเย็น คือ R โดยอัตราการถ่ายเทความร้อนมีค่าเท่ากับ

$$Q = \frac{\Delta T}{R} = UA\Delta T = U_i A_i \Delta T = U_o A_o \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A\Delta T} \quad \text{W/m}^2\text{K}$$

U = overall heat transfer coefficient (สปส.การถ่ายเทความร้อนรวม)

เพราะฉะนั้นสามารถเขียนสูตรใหม่ดังนี้

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{U_i A_i} = \frac{1}{U_o A_o} = R = \frac{1}{h_i A_i} + R_{wall} + \frac{1}{h_o A_o}$$

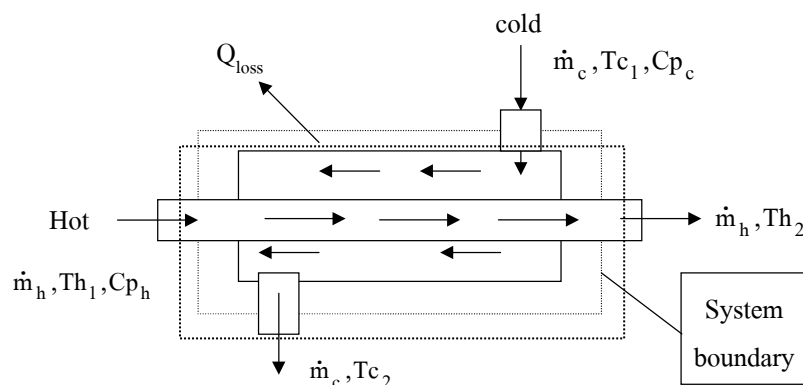
นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งย่อยตามลักษณะการไหลของของไหลที่ไหลในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนได้อีกดังนี้

- การไหลตามกัน (Pararell flow heat exchanger)
- การไหลสวนทางกัน (Counter flow heat exchanger)
- การไหลตั้งฉากกัน (Cross flow heat exchanger)

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้ในการทดลองจะเป็นแบบ Concentric tube ซึ่งเป็นชนิดไหลตามกันและไหลสวนทางกัน โดยในการวิเคราะห์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนั้นจะอาศัยกฎข้อที่หนึ่งทางเทอร์โมไดนามิกส์ในการวิเคราะห์ซึ่งจะใช้สมการ SFEE (Steady Flow Energy Equation) ตามรูปที่ 6

สมมติฐานในการวิเคราะห์

- ไม่มีการถ่ายเทความร้อนข้ามขอบเขตของระบบ
- ระบบมีการไหลแบบคงตัว (Steady flow)



รูปที่ 6 แสดงการวิเคราะห์พลังงานของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

จาก Energy balance

$$Q_h = Q_c + Q_{loss} \quad 0$$

$$Q_h = Q_c$$

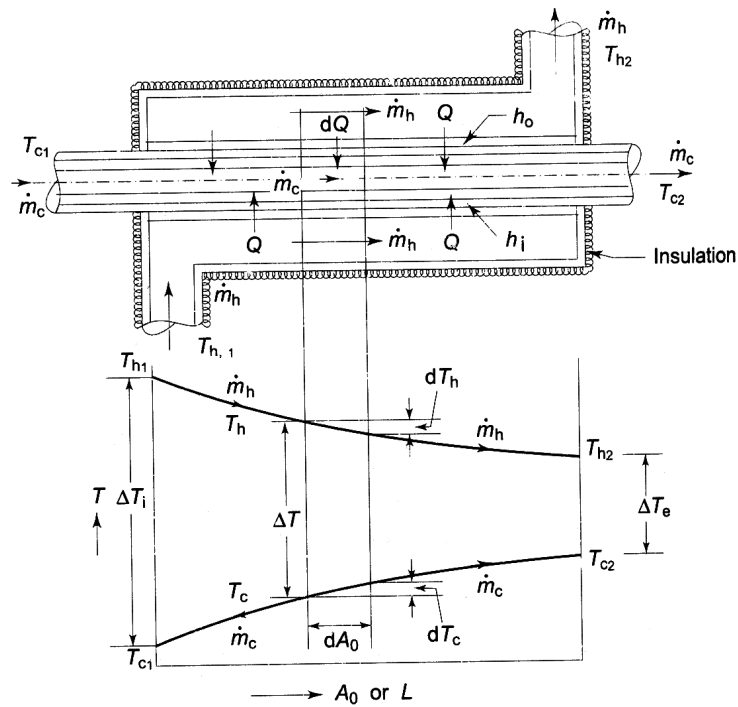
โดยที่

$$Q_h = \dot{m}_h C_{p_h} (T_{h2} - T_{h1})$$

$$Q_c = \dot{m}_c C_{p_c} (T_{c2} - T_{c1})$$

การวิเคราะห์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Pararell flow

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อซ้อนกันซึ่งมีการหุ้มฉนวนอย่างดี โดยของไหลที่ไหลในท่อเป็นการไหลตามกัน ดังรูปที่ 7 ซึ่งอุณหภูมิของของไหลจะเปลี่ยนแปลงตั้งแต่จุดที่ความร้อนเกิดการถ่ายจากสายร้อนไปยังสายเย็น



รูปที่ 7 แสดงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Pararell flow

กำหนดให้

$$\dot{m}_c = \text{อัตราการไหลเชิงมวลของสายของไหลเย็น (kg/s)}$$

$$\dot{m}_h = \text{อัตราการไหลเชิงมวลของสายของไหลเย็น (kg/s)}$$

$$Cp_c = \text{ค่าความร้อนจำเพาะของสายเย็น (kJ/kg.K)}$$

$$Cp_h = \text{ค่าความร้อนจำเพาะของสายเย็น (kJ/kg.K)}$$

$$Th_1 = \text{อุณหภูมิทางเข้าของสายร้อน (K)}$$

$$Th_2 = \text{อุณหภูมิทางออกของสายร้อน (K)}$$

$$Tc_1 = \text{อุณหภูมิทางเข้าของสายเย็น (K)}$$

$$Tc_2 = \text{อุณหภูมิทางออกของสายเย็น (K)}$$

พิจารณาพื้นผิวเล็กๆของ HEX ซึ่งมีความร้อนปริมาณ dQ ถ่ายผ่านทำให้สายร้อนมีอุณหภูมิลดลง dT_h ในขณะที่อุณหภูมิสายเย็นเพิ่มขึ้น dT_c ซึ่งเมื่อทำการสมดุลพลังงานสามารถเขียนได้ดังนี้

$$dQ = -\dot{m}_h Cp_h dT_h = \dot{m}_c Cp_c dT_c = U_o dA_o \Delta T \quad (1)$$

โดยที่ $\Delta T = T_h - T_c$, T_h และ T_c เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยของสายร้อนและสายเย็นในช่วงนั้น อุณหภูมิแตกต่าง (ΔT) ระหว่างของไหลทั้งสองสายตั้งแต่ทางเข้า (ΔT_i) ไปถึงทางออก (ΔT_o)

$$\Delta T = T_h - T_c \quad (2)$$

$$d(\Delta T) = dT_h - dT_c$$

จาก (1) และ (2)

$$\begin{aligned} d(\Delta T) &= -\frac{dQ}{\dot{m}_h Cp_h} - \frac{dQ}{\dot{m}_c Cp_c} \\ &= -dQ \left(\frac{1}{\dot{m}_h Cp_h} + \frac{1}{\dot{m}_c Cp_c} \right) \\ d(\Delta T) &= -dQ m_p \end{aligned} \quad (3)$$

กำหนดให้

$$m_p = \frac{1}{\dot{m}_h Cp_h} + \frac{1}{\dot{m}_c Cp_c}$$

อินทิเกรตสมการ (3) จากทางเข้าถึงทางออกจะได้โดยที่ m_p เป็นค่าคงที่

$$\begin{aligned} \int_i^e d(\Delta T) &= \int_i^e -dQ m_p \\ \Delta T_i - \Delta T_e &= Q m_p \end{aligned} \quad (4)$$

จาก (1) และ (3)

$$\begin{aligned}dQ &= U_o dA_o \Delta T \\ -\frac{d(\Delta T)}{m_p} &= U_o dA_o \Delta T \\ -\frac{d(\Delta T)}{\Delta T} &= U_o dA_o m_p\end{aligned}$$

อินทิเกรตจากทางเข้าถึงทางออกจะได้

$$-\int_i^e \frac{d(\Delta T)}{\Delta T} = \int_i^e U_o m_p dA_o$$

$$\ln \frac{\Delta T_i}{\Delta T_e} = U_o m_p A_o \quad (5)$$

สมมติ U_o มีค่าคงที่ จาก (4) และ (5) จะได้

$$\begin{aligned}\ln \frac{\Delta T_i}{\Delta T_e} &= U_o A_o \left(\frac{\Delta T_i - \Delta T_e}{Q} \right) \\ Q &= \frac{U_o A_o (\Delta T_i - \Delta T_e)}{\ln \left(\frac{\Delta T_i}{\Delta T_e} \right)}\end{aligned}$$

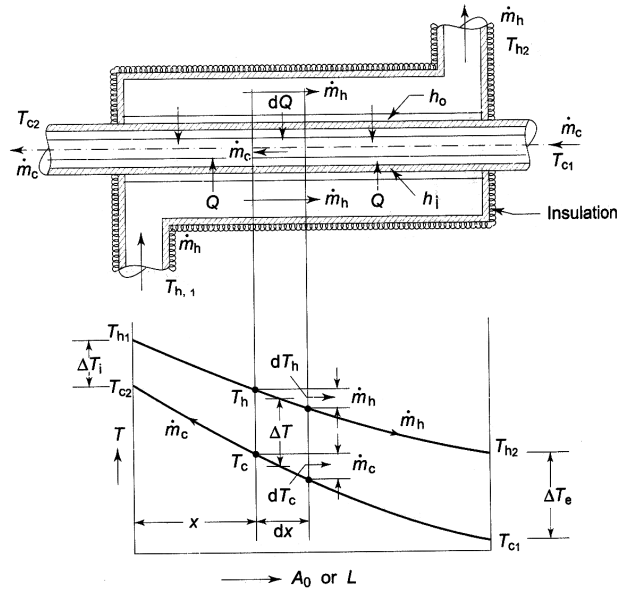
$$\text{ซึ่ง } \Delta T_{lm} = \left(\frac{\Delta T_i - \Delta T_e}{\ln \left(\frac{\Delta T_i}{\Delta T_e} \right)} \right)$$

logarithmic mean temperature difference (LMTD)

$$Q = U_o A_o \Delta T_{lm}$$

การวิเคราะห์เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Counter flow

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับกรณี Pararell flow แต่จะต่างกันที่ทิศทางการไหลของของไหลซึ่งไหลสวนทางกัน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Counter flow

จากการสมดุลพลังงานที่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะได้ว่า

$$dQ = -\dot{m}_h C_{p_h} dT_h = \dot{m}_c C_{p_c} dT_c = U_o dA_o \Delta T$$

วิธีการทำเช่นเดียวกับกรณี Pararell flow ซึ่งจะได้

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_i - \Delta T_e}{\ln \left(\frac{\Delta T_i}{\Delta T_e} \right)}$$

| Temperature | | Density (ρ) (kg/m^3) | Specific heat capacity C_p ($kJ/kg.K$) |
|----------------|---------|------------------------------------|---|
| $T (^\circ C)$ | $T (K)$ | | |
| 0 | 273 | 999.8 | 4.220 |
| 20 | 293 | 998.2 | 4.183 |
| 40 | 313 | 992.1 | 4.178 |
| 60 | 333 | 983.0 | 4.191 |
| 80 | 353 | 972.0 | 4.199 |
| 100 | 373 | 958.0 | 4.216 |

การเตรียมการทดลอง**- Heating น้ำในถังน้ำร้อน**

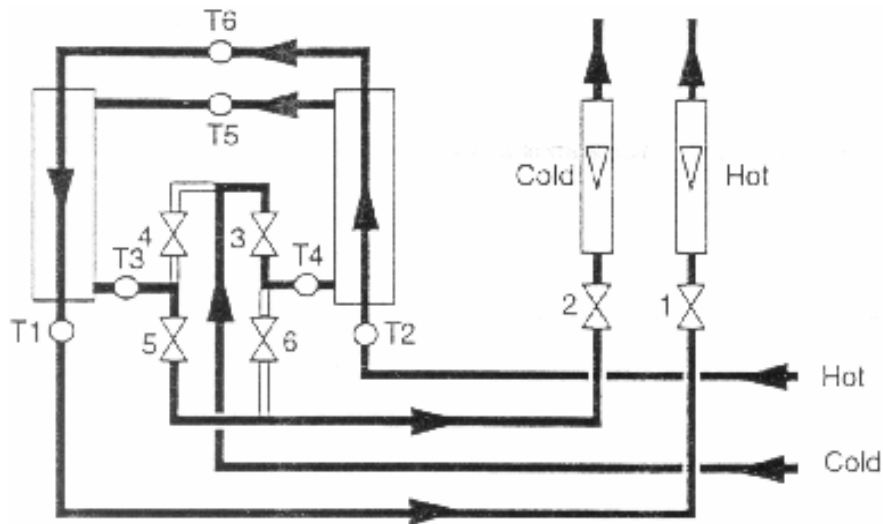
1. ตรวจสอบระดับน้ำในถังและเติม
2. ปรับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ Thermostat (ถังน้ำ)
3. ทำการ Heating โดยเปิดสวิตซ์ 2 ซึ่งจะ Heating จากอุณหภูมิบรรยากาศจนกระทั่งถึง 60 องศาใช้เวลาประมาณ 20 นาที

- การไล่ฟองอากาศ

1. ปรับการไหลเป็นแบบไหลตามกัน โดยปิด Ball valve 4 , 6 และเปิด Ball valve 3 , 5
2. ปรับการไหลของน้ำเย็นให้ไหลมากๆ โดยใช้ Ball valve 2
3. ปล่อยให้ น้ำไหลจนกระทั่งไม่มีฟองอากาศใน Flowmeter
4. ปรับ Flowmeter ที่ 100 % ที่วาล์วของน้ำเข้า

ขั้นตอนการทดลอง

- การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลตามกัน (Parallel - current water flow)
1. ปิด Ball valve 4 , 6 และเปิด Ball valve 3,5 น้ำเย็นจะไหลตามท่อ และผ่าน Heat exchanger (รูปที่ 9)
 2. ปรับการไหลของน้ำร้อนบน Flowmeter 1 โดยใช้ Ball valve 1 และปรับให้มีอัตราการไหล 50 % ของ Flowmeter
 3. ปรับการไหลของน้ำเย็นบน Flowmeter 2 โดยใช้ Ball valve 2 และปรับให้มีอัตราการไหล 50 % ของ Flowmeter
 4. หลังการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ รอนจนกระทั่งมีการถ่ายเทความร้อนคงที่ แล้วบันทึกผลของอุณหภูมิลงในตาราง
 5. ทำการทดลองตามข้อ 2-4 โดยให้น้ำเย็นมีอัตราการไหลคงที่ที่ 50 % ส่วนน้ำร้อนปรับให้มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น 75 %
 6. ทำการทดลองตามข้อ 2-4 โดยให้น้ำเย็นมีอัตราการไหลคงที่ที่ 50 % ส่วนน้ำร้อนปรับให้มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น 100 %



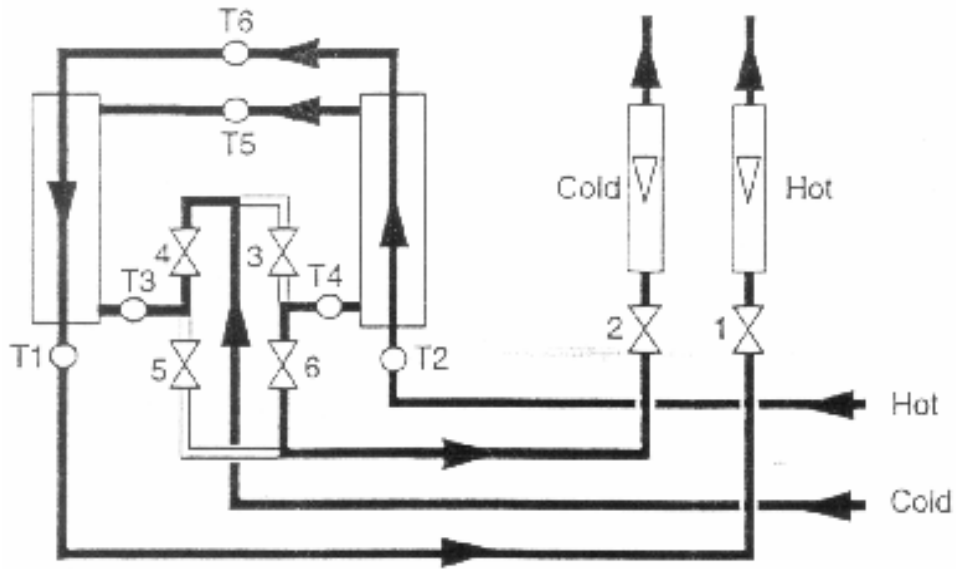
รูปที่ 9 การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลตามกัน (Parallel Flow)

กำหนดจุดวัดอุณหภูมิ

$$T1=T_{h2}, T2=T_{h1}, T3=T_{c2}, T4=T_{c1}, T5=T_{cm}, T6=T_{hm}$$

การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลสวนทางกัน (Counter - current water flow)

1. ปิด Ball valve 3,5 และเปิด Ball valve 4,6 น้ำเย็นจะไหลตามท่อและผ่าน Heat exchanger (รูปที่ 10)
2. ปรับการไหลของน้ำร้อนบน Flowmeter 1 โดยใช้ Ball valve 1 และปรับให้มีอัตราการไหล 50% ของ Flowmeter
3. ปรับการไหลของน้ำเย็นบน Flowmeter 2 โดยใช้ Ball valve 2 และปรับให้มีอัตราการไหล 50% ของ Flowmeter
4. หลังการควบคุมอัตราการไหลของน้ำ รอนจนกระทั่งมีการถ่ายเทความร้อนคงที่ แล้วจึงบันทึกผลของอุณหภูมิลงในตาราง
5. ทำการทดลองตามข้อ 2-4 โดยให้น้ำเย็นมีอัตราการไหลคงที่ที่ 50% ส่วนน้ำร้อนปรับให้มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น 75%
6. ทำการทดลองตามข้อ 2-4 โดยให้น้ำเย็นมีอัตราการไหลคงที่ที่ 50% ส่วนน้ำร้อนปรับให้มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเป็น 100%



รูปที่ 10 การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไหลสวนกัน (Counter Flow)

กำหนดจุดวัดอุณหภูมิ

$$T1=T_{h2}, T2=T_{h1}, T3=T_{c1}, T4=T_{c2}, T5=T_{cm}, T6=T_{hm}$$

ผลการทดลอง

1. คำนวณ \dot{m} , Q , Q_m , ΔT_{in} ในตารางบันทึกผลการทดลอง
2. เขียนกราฟระหว่าง ΔT_{hot} และ ΔT_{cold} กับ \dot{m} (hot) ของการไหลแบบตามกัน (Parallel-current water flow)
3. เขียนกราฟระหว่าง ΔT_{hot} และ ΔT_{cold} กับ \dot{m} (hot) ของการไหลแบบสวนทางกัน (Counter-current water flow)
4. เขียนกราฟระหว่าง Q_m กับ \dot{m} (hot)
5. อธิบายผลการทดลองที่ได้

ตารางบันทึกผลการทดลอง การไหลแบบตามกัน(Parallel-current water flow)

เปิดวาล์ว V_3, V_5

ปิดวาล์ว V_4, V_6

Mean log heat exchanger area: $A_m=0.0667 \text{ m}^2$

Variable area flow meter: Max flow, hot water: 100%=236 (L/h)

Max flow, cold water: 100%=420 (L/h)

| | Flow rate | | Temperatures [$^{\circ}\text{C}$] | | | | Spec. heat capac. | Density | Mass flow | Heat flow | |
|------------|-----------|-------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | V[%] | V | | $T_{h1,c1}$ [$^{\circ}\text{C}$] | $T_{h2,c2}$ [$^{\circ}\text{C}$] | $T_{hm,cm}$ [$^{\circ}\text{C}$] | $\Delta T_{h,c}$ [K] | $C_{p,h,c}$ [kJ/kgK] | ρ [kg/m ³] | $\dot{m}_{h,c}$ [kg/s] | $Q_{h,c}$ [kJ/s] |
| | | [l/h] | [m ³ /s] | | | | | | | | |
| Hot | 50 | | | | | | | | | | |
| Cold | 50 | | | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| Mean heat flow, Q_m [kJ/s] | |
| Log. mean Temp. difference ΔT_{ln} | |
| Overall heat transfer coefficient U [kW/m ² K] | |

| | Flow rate | | Temperatures [°C] | | | | Spec. heat capac. | Density | Mass flow | Heat flow | |
|-------------|-----------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|
| | V [%] | V | | $T_{h1,c1}$ [°C] | $T_{h2,c2}$ [°C] | $T_{hm,cm}$ [°C] | $\Delta T_{h,c}$ [K] | $C_{p,h,c}$ [kJ/kgK] | ρ [kg/m ³] | $\dot{m}_{h,c}$ [kg/s] | $Q_{h,c}$ [kJ/s] |
| | | [l/h] | [m ³ /s] | | | | | | | | |
| Hot | 75 | | | | | | | | | | |
| Cold | 50 | | | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| Mean heat flow, Q_m [kJ/s] | |
| Log. mean Temp. difference ΔT_{in} | |
| Overall heat transfer coefficient U [kW/m ² K] | |

ตารางบันทึกผลการทดลอง การไหลแบบสวนทางกัน(Counter-current water flow)

ปิดวาล์ว V_3, V_5

เปิดวาล์ว V_4, V_6

Mean log heat exchanger area: $A_m=0.0667 \text{ m}^2$

Variable area flow meter: Max flow, hot water: 100%=236 (L/h)

Max flow, cold water: 100%=420 (L/h)

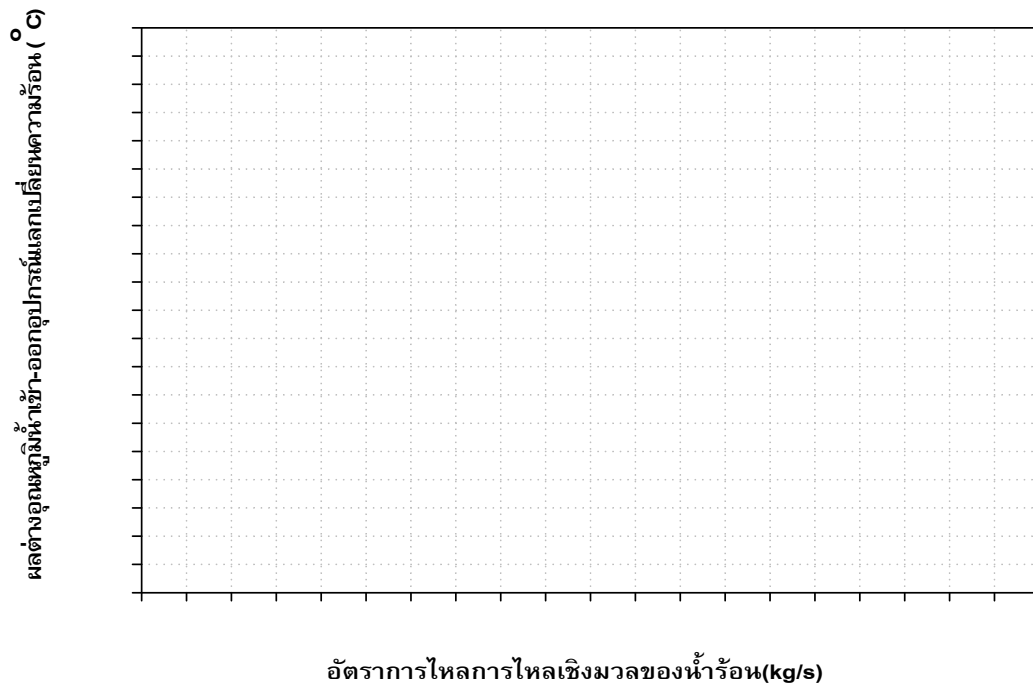
| | Flow rate | | Temperatures [°C] | | | | Spec. heat capac. $C_{p_{h,c}}$ [kJ/kgK] | Density ρ [kg/m ³] | Mass flow $\dot{m}_{h,c}$ [kg/s] | Heat flow $Q_{h,c}$ [kJ/s] | |
|-------------|-----------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|---|---|-------------------------------------|-------------------------|
| | V[%] | V | | $T_{h1,c1}$ [°C] | $T_{h2,c2}$ [°C] | $T_{hm,cm}$ [°C] | | | | | $\Delta T_{h,c}$ [K] |
| | | [l/h] | [m ³ /s] | | | | | | | | |
| Hot | 50 | | | | | | | | | | |
| Cold | 50 | | | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| Mean heat flow, Q_m [kJ/s] | |
| Log. mean Temp. difference ΔT_{ln} | |
| Overall heat transfer coefficient U [kW/m ² K] | |

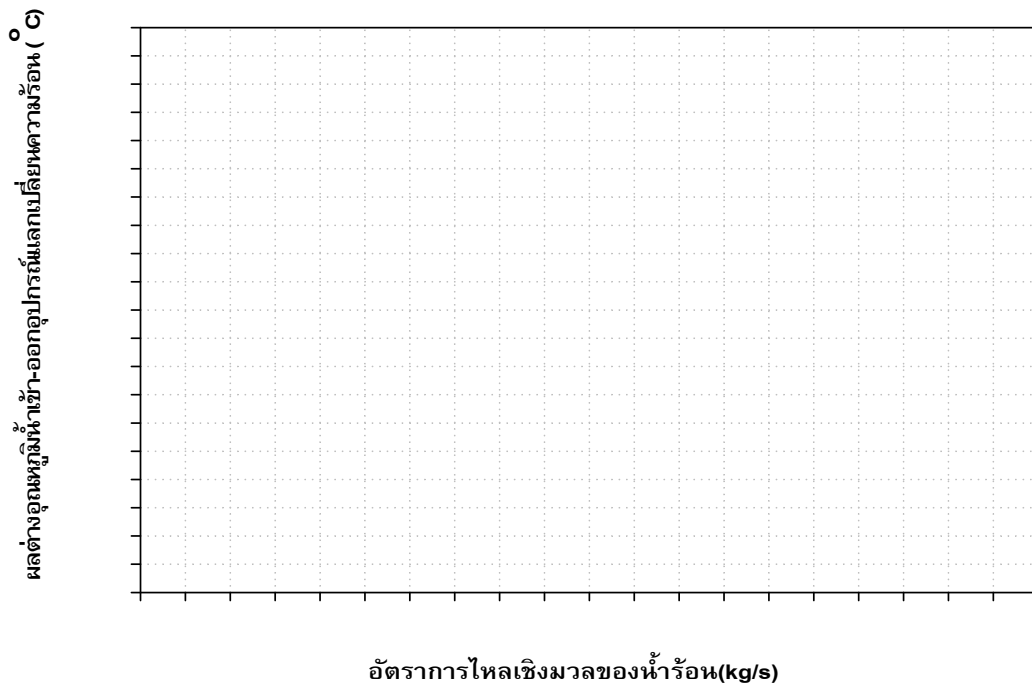
| | Flow rate | | Temperatures [°C] | | | | Spec. heat capac. $C_{p_{h,c}}$ [kJ/kgK] | Density ρ [kg/m ³] | Mass flow $\dot{m}_{h,c}$ [kg/s] | Heat flow $Q_{h,c}$ [kJ/s] | |
|-------------|-----------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|---|---|-------------------------------------|-------------------------|
| | V[%] | V | | $T_{h1,c1}$ [°C] | $T_{h2,c2}$ [°C] | $T_{hm,cm}$ [°C] | | | | | $\Delta T_{h,c}$ [K] |
| | | [l/h] | [m ³ /s] | | | | | | | | |
| Hot | 75 | | | | | | | | | | |
| Cold | 50 | | | | | | | | | | |

| | |
|---|--|
| Mean heat flow, Q_m [kJ/s] | |
| Log. mean Temp. difference ΔT_{ln} | |
| Overall heat transfer coefficient U [kW/m ² K] | |

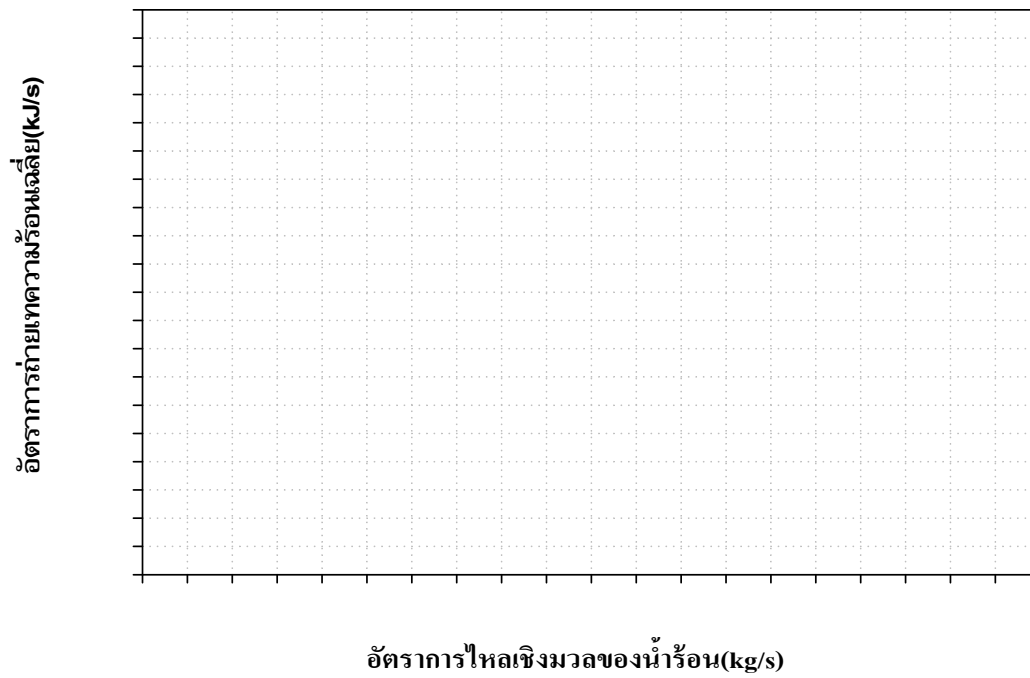
กราฟแสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของการไหลแบบตามกัน(Parallel-current water flow)



กราฟแสดงการแลกเปลี่ยนความร้อนของการไหลแบบสวนทางกัน(Parallel-current water flow)



กราฟแสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนกับอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำร้อน



วิจารณ์ผลการทดลองทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนด้วยเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีอะไรบ้าง จงอธิบาย

.....
.....
.....
.....

2. จากการทดลอง การไหลของน้ำแบบไหลตามกัน และไหลสวนกันอย่างไรหน้มีการถ่ายเทความร้อนดีกว่า เพราะอะไร จงอธิบาย

.....
.....
.....
.....

การทดลองที่ 15

ชุดทดลองการพาความร้อนแบบธรรมชาติและแบบบังคับ (Free and Forced Convection Heat Transfer Unit)

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาหลักการและประเภทการถ่ายเทความร้อน โดยการพาความร้อน
- เข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่อการพาความร้อน

บทนำ (Introduction)

การถ่ายเทความร้อนเป็นกระบวนการถ่ายเทพลังงานรูปแบบหนึ่ง โดยเกิดขึ้นจากความแตกต่างของอุณหภูมิในวัตถุเดียวกันหรือวัสดุสองชนิด ซึ่งการถ่ายเทความร้อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบคือการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยจะแบ่งแยกจากกลไกที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการถ่ายเทความร้อน ทั้งนี้การศึกษาระบบการถ่ายเทความร้อนมีความจำเป็นต่อการออกแบบอุปกรณ์เชิงวิศวกรรม (Engineering Devices) เช่น หม้อไอน้ำ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น ซึ่งประสิทธิภาพของอุปกรณ์เหล่านี้จะประเมินด้วยอัตราการถ่ายเทความร้อน ดังนั้นหากต้องการที่จะทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์เหล่านี้ดี จำเป็นต้องเข้าใจถึงตัวแปรที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น นั่นคือการพาความร้อน (Heat Convection)

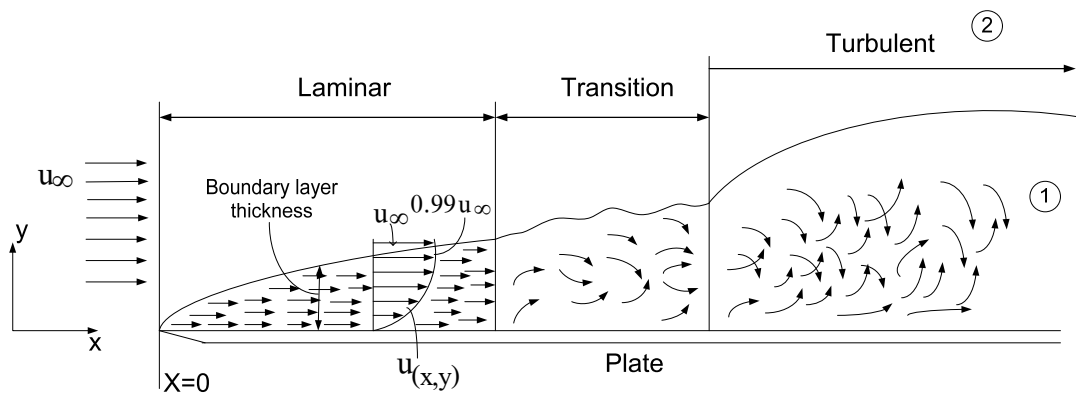
ทฤษฎี

การพาความร้อน เป็นการถ่ายเทความร้อนรูปแบบหนึ่งโดยตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนเป็นของไหล (fluid) ที่มีการเคลื่อนที่ ดังนั้นลักษณะและรูปแบบการเคลื่อนที่ของของไหลจะส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนโดยการพาอย่างมาก โดยทั่วไปลักษณะของการไหลของของไหลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท หลักๆ คือ การไหลภายในท่อ (Internal flow) และการไหลภายนอก (External flow) นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งออกตามลักษณะพฤติกรรมการไหลได้อีก 2 ประเภท คือ การไหลตามธรรมชาติ (free flow) และการไหลแบบบังคับ (forced flow)

กลไกการพาความร้อนต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องบาวาดีเรเลเยอร์ เพราะการถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นภายในชั้นบาวาดีเรเท่านั้น โดยชั้นบาวาดีเรจะเกิดขึ้นบริเวณที่ผิวของวัตถุ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ชั้นบาวาดีเรความเร็วและชั้นบาวาดีเรความร้อน

ชั้นบาวารีความเร็ว (Velocity Boundary Layer) บนแผ่นเรียบ

แนวคิดของชั้นบาวารีความเร็ว พิจารณาได้จากการไหลบนแผ่นเรียบดังรูปที่ 1 โดยเมื่อของไหลที่ขอบทางเข้า ($x = 0$) มีความเร็ว u_∞ ไหลขนานกับผิวหน้าของแผ่นเรียบไปตามแนวยาวของ Plate อนุภาคของ fluid จะสัมผัสกับผิวหน้าของ Plate และหยุดการเคลื่อนที่ ($u = 0$) เกิดการต้านการเคลื่อนที่ในแนวแกน (x) ซึ่งอิทธิพลของแรงต้านนี้จะลดลงเมื่อระยะห่างจาก plate มีค่าเพียงพอ ($u = u_\infty$) สำหรับที่ระยะ x อื่นๆ ตามแนวยาว Plate ก็จะมีลักษณะเดียวกันนี้ โดยสามารถแบ่งแยกระหว่างโซนที่ได้รับอิทธิพลแรงต้านและไม่ได้รับอิทธิพลแรงต้านเป็นชั้นบาวารีเลเยอร์ เป็น $y = \delta(x)$ ซึ่งจัดให้เป็นระยะที่ $u = 0.99u_\infty$



รูปที่ 1. แสดงลักษณะของชั้นบาวารีของความเร็วขณะไหลบนแผ่นเรียบ

ในการไหลบน Plate จะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1 ส่วนที่อยู่ในชั้นบาวารีเลเยอร์ และ 2 ส่วนที่อยู่นอกชั้นบาวารีเลเยอร์ ซึ่งการไหลภายในชั้นบาวารีจะได้รับอิทธิพลของความเค้นเฉือน (Shear Stress) ของของไหลมาก จะทำให้เกิดพฤติกรรมการไหลในลักษณะต่างๆ ภายในชั้นบาวารีเลเยอร์ ดังนี้ การไหลแบบราบเรียบ (Laminar) การไหลแบบทรานซิชัน (Transition) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent) ทั้งนี้การแบ่งแยกการไหลจะพิจารณาตัวเลข เรย์โนลด์ (Reynolds Number ; Re_d)

$$Re_d = \frac{\rho u_\infty x}{\mu} = \frac{u_\infty x}{\nu} \quad (1)$$

u_∞ = ความเร็วของกระแสอิสระของของไหล (m/s)

μ = ความหนืดของของไหล ($N.s/m^2$)

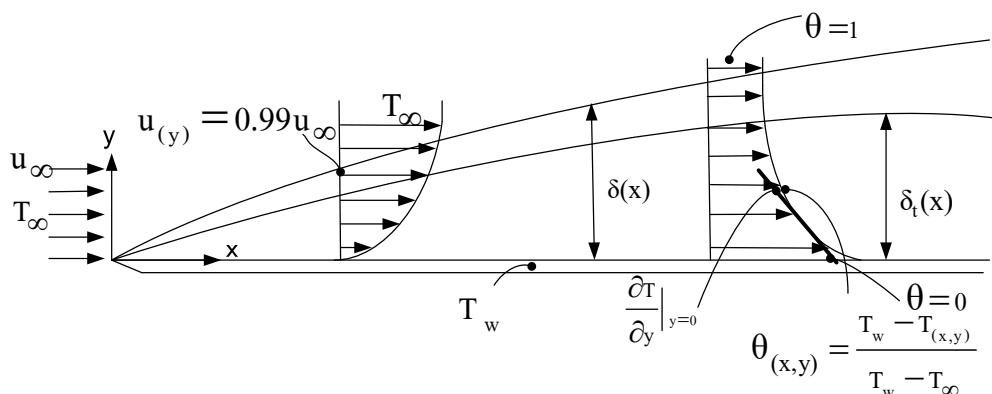
ν = ความหนืดคินเนติกส์ของของไหล (m^2/s)

จากรูปที่ 1 จะเห็นชั้นบาวคาร์จะเริ่มต้นที่ขอบการไหลของ fluid ($x = 0$) ซึ่งจุดเริ่มต้นของการไหลบน plate นั้นอนุภาคของการไหลจะไหลบนเส้นการไหล (Stream line) ของมันเองซึ่งเรียกว่า การไหลแบบราบเรียบ (Laminar flow) เมื่อระยะทางการไหลเพิ่มขึ้นจนถึงจุดวิกฤต (Critical point) จะทำให้อนุภาคของการไหลเริ่มมีการไหลออกนอกเส้นการไหลของตัวเอง ซึ่งเรียกว่าการไหลแบบทรานซิชัน (Transition flow) และเมื่อพ้นจุดวิกฤตไปอนุภาคของการไหลมีการไหลข้ามเส้นการไหลอย่างชัดเจนมากขึ้น ซึ่งการไหลของอนุภาคของการไหลจะปั่นป่วน (Turbulent) โดยวิกฤตของการเปลี่ยนลักษณะการไหลได้จาก

$$Re_d = \frac{u_\infty x}{\nu} = 5 \times 10^5 \quad (2)$$

ชั้นบาวคาร์เลเยอร์ของความร้อน (Thermal boundary Layer)

ในการพิจารณาชั้นบาวคาร์ของความร้อนจะคล้ายกับชั้นบาวคาร์ของความเร็ว คืออุณหภูมิของอนุภาคของการไหลที่ผิวของ Plate มีค่าเท่ากับอุณหภูมิ Plate โดยถ้าหากพิจารณาจากรูปที่ 2 ซึ่งของการไหลที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ (Uniform temperature) T_∞ ไหลบน Plate ที่มีอุณหภูมิกคงที่ (Constant wall temperature) T_w



รูปที่ 2. แสดงลักษณะของชั้นบาวคาร์ของความร้อนขณะไหลบนแผ่นเรียบ

ในการวิเคราะห์จะกำหนดอุณหภูมิในรูปของตัวแปรไร้มิติ $\theta(x, y)$ โดยมีค่า

$$\theta_{(x,y)} = \frac{T_w - T_{(x,y)}}{T_w - T_\infty} \quad (3)$$

เมื่อ

- ♦ $T_{(x,y)}$ คืออุณหภูมิของของไหลที่ตำแหน่ง x และ y ใดๆ

- ♦ โดยกำหนดให้เงื่อนไขอุณหภูมิของของไหลที่ผิวมีค่าเท่ากับอุณหภูมิของผิวของ Plate ซึ่งจะได้ว่า

$$\theta_{(x,y)=0} \quad \text{at} \quad y = 0 \quad (\text{wall surface})$$

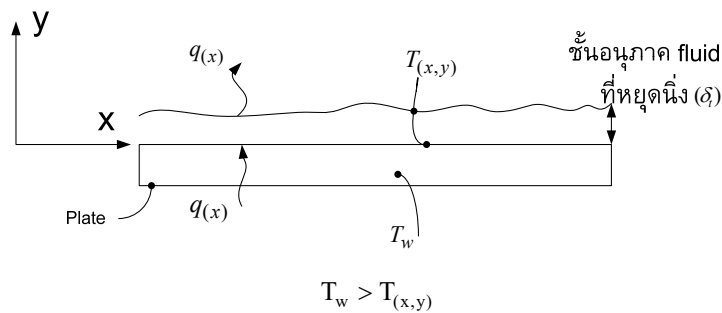
- ♦ และเมื่อระยะที่สูงขึ้นจาก Plate ($y \rightarrow \infty$)

$$\theta_{(x,y)=1} \quad \text{at} \quad y = 1 \quad (\text{free Stream})$$

โดยระยะห่างจาก Plate ไปยังตำแหน่งที่มีค่า $\theta_{(x,y)} = 0.99$ จะเรียกว่าชั้นบาวคาร์ของความร้อน (Thermal Boundary layer : δ_t) ซึ่งความแตกต่างระหว่าง $\delta(x)$ และ $\delta_t(x)$ จะขึ้นกับสมบัติของของไหลที่เรียกว่า Prandtl number (Pr) ถ้าหากของไหลมีค่า Pr = 1 พบว่า $\delta_t(x,y) = \delta_x$

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (Heat transfer Coefficient)

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าอนุภาคของของไหลที่ผิวของวัตถุอยู่นิ่ง (No Slip Condition) ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผิววัตถุ จะเป็นรูปแบบการนำความร้อนผ่านชั้นอนุภาคของไหลหยุดนิ่งดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. การถ่ายเทความร้อนจากผิววัตถุผ่านชั้นอนุภาคของไหลหยุดนิ่ง

ซึ่งความร้อนที่ถ่ายเทผ่านชั้นของ Fluid หาได้จาก

$$q_x = \frac{-k_f(T_\infty - T_w)}{\delta_t} \quad (4)$$

k_f = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ fluid film ($W/m.K$)

δ_t = ความหนาของชั้น fluid film (m)

ในทางปฏิบัติไม่สามารถวัดค่า δ_t ได้เนื่องจากมีความหนาน้อยมากจึงกำหนดให้มีตัวแปรใหม่คือ h_c (Surface Coefficient of heat transfer) ซึ่งมีค่า

$$h_c = \frac{k_f}{\delta_t} \quad (5)$$

$$q(x) = -k_f \left(\frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} \right) = h_c (T_w - T_\infty) \quad (6)$$

โดยสมการที่ 6 เรียกว่า Newton's law of cooling
ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (h_c) หาได้จาก

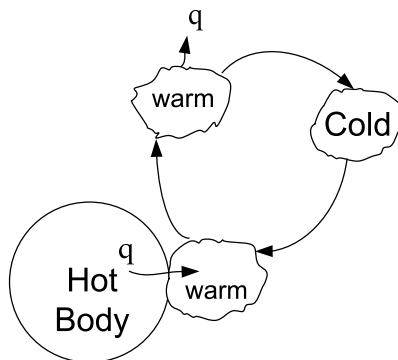
$$h_c(x) = \frac{k_f \left(\frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=0} \right)}{(T_w - T_\infty)} \quad (7)$$

$$h_c(x) = k_f \frac{\delta\theta_{(x,y)}}{\partial y} \Big|_{y=0} \quad (8)$$

หากพิจารณาจากสมการ (5) จะพบว่าเมื่อความหนาของชั้นบาวคิริของความร้อนลดลงจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนสูงขึ้นและถ่ายเทความร้อนจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า δ_f จะเปลี่ยนไปตามลักษณะการไหลของของไหลด้วย โดยการไหลแบบราบเรียบนั้นความร้อนจะถูกถ่ายเทผ่านชั้นอนุภาคของไหลที่ไหลตามเส้นการไหลเรื่อยๆ ในขณะที่การไหลแบบปั่นป่วนนั้นอนุภาคจะถ่ายความร้อนได้ดีกว่า เพราะมีการไหลข้ามเส้นการไหลไปผสม (Mixing) กับอนุภาคของไหลในเส้นการไหลอื่นๆ ทำให้ความปั่นป่วนมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนมาก

การพาความร้อนแบบธรรมชาติ (Natural or Free Convection)

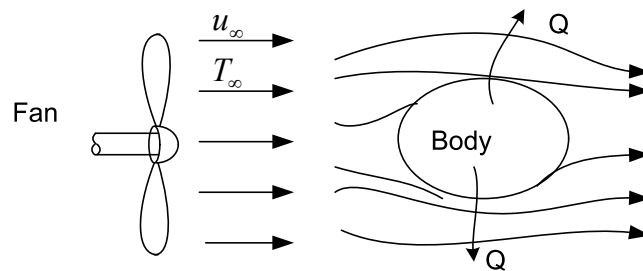
เป็นการพาความร้อนในลักษณะที่ของไหลเกิดการเคลื่อนที่ระหว่างการพาความร้อนด้วยแรงลอยตัว (Buoyancy force) ซึ่งเกิดความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล โดยเมื่อของไหลที่สัมผัสกับวัตถุร้อนแล้วได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิของของไหลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการลอยตัวขึ้นในขณะที่ของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำที่อยู่รอบข้างจะเข้าไปแทนที่รับความร้อนซึ่งจะหมุนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4. แสดงการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced Convection)

การพาความร้อนแบบบังคับเป็นการพาความร้อนในขณะที่ของไหลที่ถ่ายเทความร้อนเคลื่อนที่ด้วยการถูกงานจากภายนอกบังคับ เช่น บั๊ม พัดลม คอมเพรสเซอร์ ทำให้ความเร็วของการเคลื่อนที่ของของไหลมีค่าสูงหรือต่ำตามต้องการได้ดังรูปที่ 5

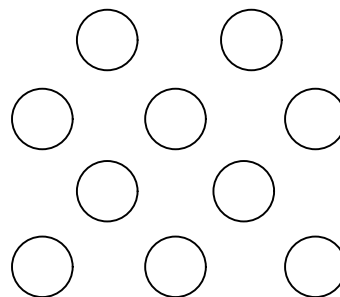
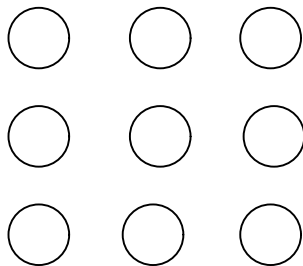


รูปที่ 5. แสดงลักษณะการพาความร้อนแบบบังคับ

การถ่ายเทความร้อนผ่านกลุ่มท่อ (Flow across Tube Bank)

ในงานทางด้านวิศวกรรมนั้นอุปกรณ์ต่างๆ จะถูกออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัด แต่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจำเป็นต้องมีขนาดเล็กและต้องมีพื้นที่ถ่ายเทความร้อนเพียงพอจึงนิยมออกแบบในลักษณะกลุ่มท่อ (Tube Bank) โดยทั่วไปลักษณะการจัดกลุ่มท่อสามารถจัดได้ 2 ลักษณะคือ

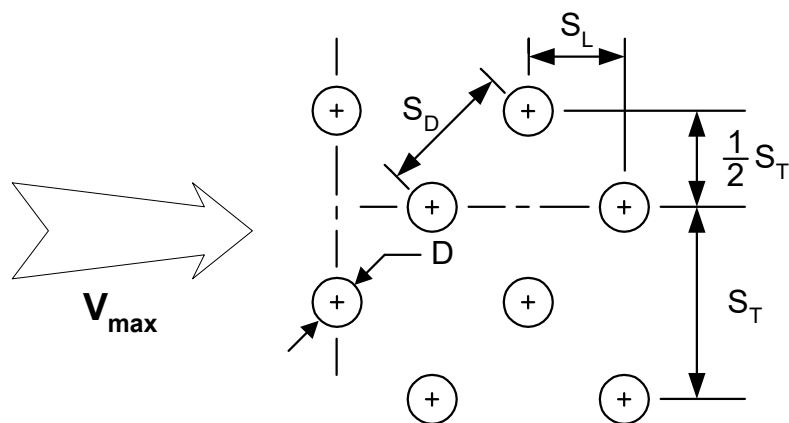
1. การจัดวางแบบเรียงแถว (In – Line) ดังแสดงในรูปที่ 6
2. การจัดวางแบบสลับ (Staggered) ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6. ลักษณะการวางท่อแบบ In-Line

รูปที่ 7. ลักษณะการวางท่อแบบ Staggered

โดยสามารถพิจารณาการพาความร้อนผ่านกลุ่มท่อแบบสลับ (Staggered Arrangement) ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งกำหนดให้ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในแนวตั้งเรียกว่าพิชขวาง (Transverse Pitch, S_T) , ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในแนวนอนเรียกว่าพิชตามยาว (Longitudinal Pitch, S_L) และระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในแนวทแยงเรียกว่าพิชทแยง (Diagonal Pitch, S_D)

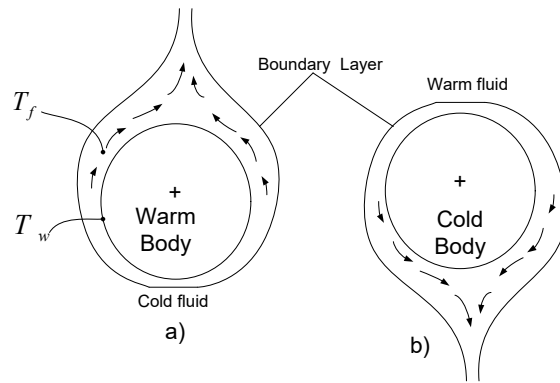


รูปที่ 8. แสดงการพิจารณากลุ่มท่อแบบสลับ (Staggered Arrangement)

สำหรับการคำนวณการถ่ายเทความร้อนทั้งการพาความร้อนแบบธรรมชาติและการพาความร้อนแบบบังคับจำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนซึ่งนิยมเขียนอยู่ในรูปตัวแปรไร้มิติที่เรียกว่าตัวเลขนัสเซลล์ (Nusselt number) ดังสมการที่ 9

$$h_c = Nu_D \frac{k}{D} \quad (9)$$

โดยในการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนในกรณีของการพาความร้อนแบบธรรมชาติไหลผ่านวัตถุทรงกระบอกแนวนอนดังรูปที่ 9 หาได้จากสมการที่ (10)



รูปที่ 9. แสดงการพาความร้อนแบบธรรมชาติของท่อทรงกระบอกแนวนอน

โดยที่ a) อุณหภูมิวัตถุสูงกว่าอุณหภูมิของไหล

$$T_w > T_f$$

b) อุณหภูมิวัตถุต่ำกว่าอุณหภูมิของไหล

$$T_w < T_f$$

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของกรณีนี้จะใช้สมการ

$$\bar{N}_{u_D} = \left\{ 0.6 + \frac{0.387 R_{a_D}^{1/6}}{\left[1 + (0.559 / \text{Pr})^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2 \quad (10)$$

โดยที่

$$R_{a_D} \text{ คือ Rayleigh Number ; } R_{a_D} = G_{r_D} \text{ Pr} = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)D^3}{\nu^2} \text{ Pr}$$

$$G_{r_D} = \text{Grashof number; } G_{r_D} = \frac{g\beta(T_w - T_\infty)D^3}{\nu^2}$$

β คือ สัมประสิทธิ์การขยายตัวของของไหล (Coefficient of expansion)

$$\beta = \frac{1}{T_f} ; \left(\frac{1}{K} \right)$$

g คือ Gravity = 9.81 (m/s^2)

d คือ outside Diameter of tube (m)

สำหรับการพาความร้อนแบบบังคับผ่านกลุ่มท่อทรงกระบอกแนวนอนนั้นจะพบว่า การไหลของของไหลจะตั้งฉากกับกลุ่มท่อที่มีลักษณะและรูปแบบของการไหลที่สลับซับซ้อนมาก ซึ่งการคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทไม่สามารถใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยผลที่ได้จาก

การทดลองในรูปของสมการเอ็มไพริคัลเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างของไหลกับกลุ่มท่อจะเป็นฟังก์ชันของเรย์โนลด์ส์นัมเบอร์ (Reynolds Number, Re_D) และเพรนต์ลันัมเบอร์ (Prandtl Number, Pr) โดย Grimison ได้เสนอสมการสำหรับคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ยของการไหลตั้งฉากกลุ่มท่อ โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$Nu_D = 1.13C Re_{D,\max}^m Pr^{\frac{1}{3}} \left[\begin{array}{l} N_L \geq 10 \\ Pr \geq 0.7 \\ 2000 < Re_{D,\max} < 40000 \end{array} \right] \quad (11)$$

โดย ค่าคงที่ C และเลขยกกำลัง m แสดงในตารางที่ 1

N_L คือจำนวนแถวของท่อในแนวตั้ง

ถ้า $N_L < 10$ ให้ใช้แฟกเตอร์แก้ไขดังนี้

$$Nu_{D/N_L < 10} = C_2 Nu_{D/N_L \geq 10} \quad (12)$$

ซึ่ง C_2 หาได้จากตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าคงที่ C และเลขยกกำลัง m

| S_L/D | S_T/D | | | | | | | |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1.25 | | 1.50 | | 2.0 | | 3.0 | |
| | C | m | C | m | C | m | C | m |
| 0.600 | - | - | - | - | - | - | 0.213 | 0.636 |
| 0.900 | - | - | - | - | 0.446 | 0.571 | 0.401 | 0.581 |
| 1.000 | - | - | 0.497 | 0.558 | - | - | - | - |
| 1.125 | - | - | - | - | 0.478 | 0.565 | 0.518 | 0.056 |
| 1.250 | 0.518 | 0.556 | 0.505 | 0.554 | 0.519 | 0.556 | 0.522 | 0.562 |
| 1.500 | 0.451 | 0.568 | 0.460 | 0.562 | 0.452 | 0.568 | 0.488 | 0.568 |
| 2.000 | 0.404 | 0.572 | 0.416 | 0.568 | 0.482 | 0.556 | 0.449 | 0.570 |
| 3.000 | 0.310 | 0.590 | 0.356 | 0.580 | 0.440 | 0.562 | 0.482 | 0.547 |

ตารางที่ 2 แฟกเตอร์แก้ไข (C_2)

| N_L | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Aligned | 0.64 | 0.80 | 0.87 | 0.90 | 0.92 | 0.94 | 0.96 | 0.98 | 0.99 |
| Staggered | 0.68 | 0.75 | 0.83 | 0.89 | 0.92 | 0.95 | 0.97 | 0.98 | 0.99 |

โดย
$$\text{Re}_{D,\max} = \frac{\rho V_{\max} D}{\mu} \quad (13)$$

เมื่อ ρ = ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของ Pinned heater (m)

V_{\max} = ความเร็วสูงสุดของการไหล ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่การไหลที่น้อยที่สุด

สำหรับการจัดวางกลุ่มท่อแบบสลับดังรูปที่ 9 จะพบว่าพื้นที่ของการไหลอิสระน้อยที่สุด ซึ่งความเร็วสูงสุดอาจเกิดขึ้นที่ระหว่างท่อที่อยู่ติดกันในแนวตั้ง หรือระหว่างท่อที่อยู่ติดกันในแนวทแยงก็ได้ ดังนั้นในกรณีนี้ความเร็วสูงสุดในการไหล, V_{\max} หาได้จากสมการดังนี้

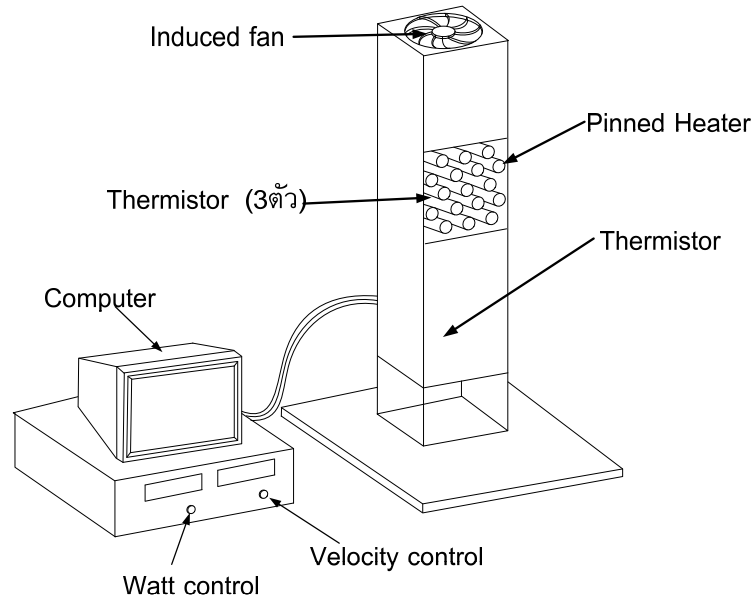
$$V_{\max} = V \frac{S_T}{2(S_D - D)} \quad (14)$$

เนื่องจากสมบัติของของไหลเป็นฟังก์ชันอุณหภูมิของของไหลและ จากทฤษฎีพบว่าอุณหภูมิของของไหลในชั้นบาวดารีเลเยอร์มีค่าไม่คงที่ ดังนั้นคุณสมบัติของของไหลจึงต้องหาจากอุณหภูมิเฉลี่ยของไหล ในบาวดารี (Film temperature; T_f) ซึ่งหาได้จาก

$$T_f = \frac{T_w + T_A}{2} \quad (15)$$

อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 10 อุปกรณ์การทดลอง Free and Forced convection

ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

4.2.1 การทดลองการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

1. ปรับค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับ Pinned heater ที่ ____ Watts. โดยมีการเปิดพัดลม $V = 0$

m/s

2. บันทึกค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งทางเข้า (T_A) ทางออก (T_H) และอุณหภูมิผิวของ Pinned heater ทั้ง 3 ตำแหน่ง (T_{w_1} , T_{w_2} และ T_{w_3})

4.2.1 การทดลองการพาความร้อนแบบบังคับ

1. ปรับค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับ Pinned heater ที่ ____ Watts.
2. เปิดพัดลมโดยปรับไปที่ความเร็ว $0.5 m/s$
3. บันทึกค่าอุณหภูมิอากาศที่ตำแหน่งทางเข้า (T_A) ทางออก (T_H) และอุณหภูมิผิวของ Pinned heater ทั้ง 3 ตำแหน่ง (T_{w_1} , T_{w_2} และ T_{w_3}) หลังจากเข้าสู่สภาวะคงตัว (Steady State)
4. ปรับความเร็วของอากาศเป็น $1.5 m/s$ แล้วเก็บผลการทดลอง
5. ปรับความเร็วของอากาศเป็น $2.5 m/s$ แล้วเก็บผลการทดลอง

ชื่อนามสกุลรหัส
 กลุ่ม.....

การบันทึกผลและผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อุณหภูมิห้อง = _____ °C

Power Input = _____ Watts

ระยะทางของจุดวัดอุณหภูมิจุดที่ 1 = _____ mm.

ระยะทางของจุดวัดอุณหภูมิจุดที่ 2 = _____ mm.

ระยะทางของจุดวัดอุณหภูมิจุดที่ 3 = _____ mm.

$D =$ _____ mm , $S_L =$ _____ mm , $S_T =$ _____ mm,

$S_D =$ _____ mm , $A =$ _____ m²

- การทดลองการพาความร้อนแบบธรรมชาติ

ตารางที่ 1 ที่ความเร็วลม = 0 m/s

| | อุณหภูมิที่จุดต่างๆ (°C) | | | | | |
|--------------------|--------------------------|----------|----------|----------|-------|-------|
| Air velocity (m/s) | T_A | T_{w1} | T_{w2} | T_{w3} | T_H | T_S |
| 0 | | | | | | |

- การทดลองการพาความร้อนแบบบังคับ

ตารางที่ 1 ที่ความเร็วลม = 0.5 m/s

| | อุณหภูมิที่จุดต่างๆ (°C) | | | | | |
|--------------------|--------------------------|----------|----------|----------|-------|-------|
| Air velocity (m/s) | T_A | T_{w1} | T_{w2} | T_{w3} | T_H | T_S |
| 0.5 | | | | | | |

ตารางที่ 2 ที่ความเร็วลม = 1.5 m/s

| | อุณหภูมิที่จุดต่างๆ (°C) | | | | | |
|--------------------|--------------------------|----------|----------|----------|-------|-------|
| Air velocity (m/s) | T_A | T_{w1} | T_{w2} | T_{w3} | T_H | T_S |
| 1 | | | | | | |

ตารางที่ 3 ที่ความเร็วลม = 2.5 m/s

| | อุณหภูมิที่จุดต่างๆ (°C) | | | | | |
|--------------------|--------------------------|----------|----------|----------|-------|-------|
| Air velocity (m/s) | T_A | T_{w1} | T_{w2} | T_{w3} | T_H | T_S |
| 1.5 | | | | | | |

ตารางการคำนวณ

- การพาความร้อนธรรมชาติ

ตารางที่ 1 คำนวณ G_{r_D} , Ra_D , h_c , q

| Air velocity (m/s) | T_A (°C) | $T_{w,men}$ (°C) | T_f (°C) | T_H (°C) | G_{r_D} | Ra_D | h_c (W/m ² K) | q (W/m ²) |
|-----------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|-----------|--------|-------------------------------|----------------------------|
| 0 | | | | | | | | |

- การพาความร้อนแบบบังคับ

ตารางที่ 2.1 คำนวณ V_{max} , Re_D , h_c , q

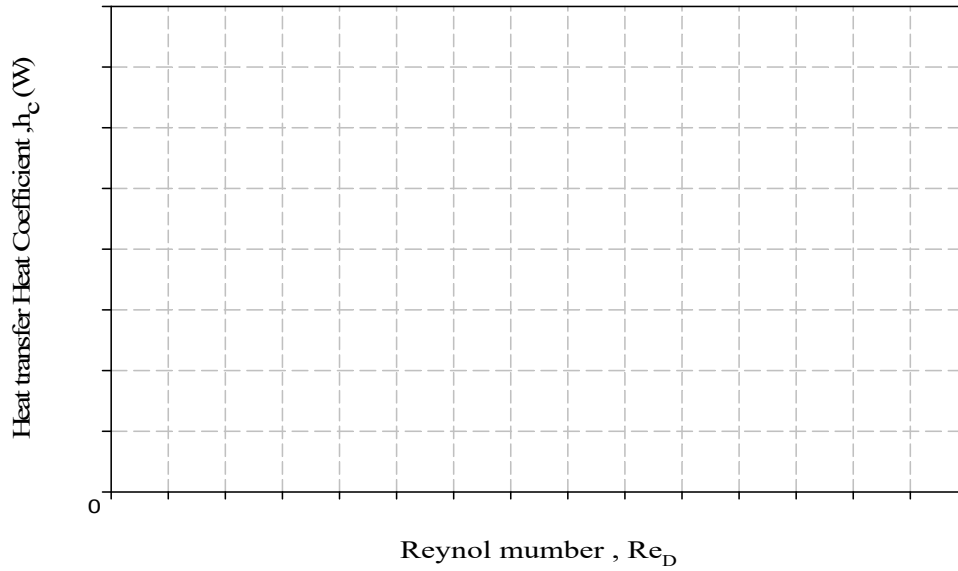
| Air velocity (m/s) | T_A (°C) | $T_{w,men}$ (°C) | T_f (°C) | T_H (°C) | V_{max} (m/s) | Re_D | h_c (W/m ² K) | q (W/m ²) |
|-----------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|--------|-------------------------------|----------------------------|
| 0.5 | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | | |

ตารางที่ 2.2 คำนวณ \dot{m} , Q

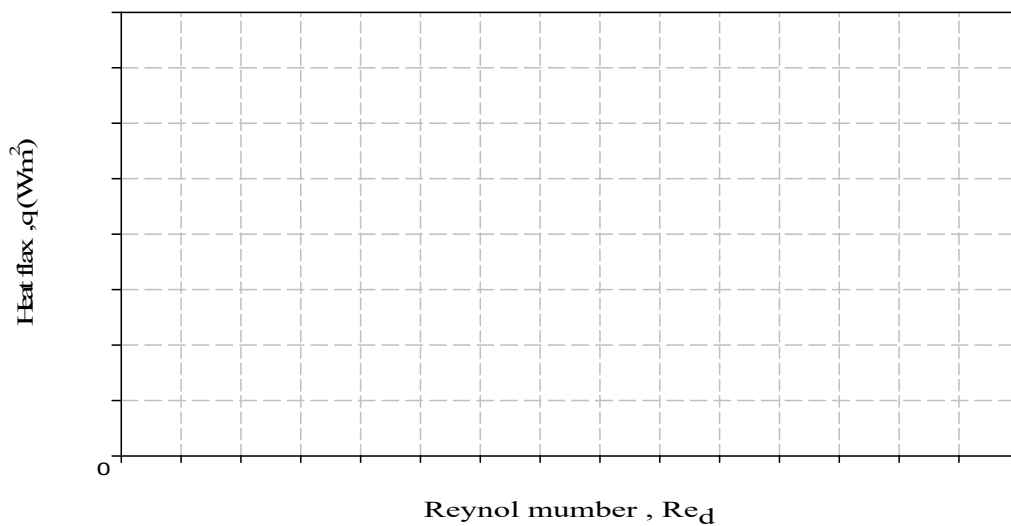
| Air velocity (m/s) | T_A (°C) | T_H (°C) | ΔT (°C) | ρ (kg/s) | \dot{m} (kg/s) | c_p J/kg.K | Q (W) |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------------|------------------|---------------------|-----------------|------------|
| 0.5 | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | |
| 1.5 | | | | | | | |

สรุปผลการทดลองและคำถามหลังการทดลอง

1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเรย์โนลด์นัมเบอร์ (Re_D) กับสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (h_c)



2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเรย์โนลด์นัมเบอร์ (Re_D) กับฟลักส์ความร้อน (q)



คำถามหลังการทดลอง

1. การพาความร้อนแบบธรรมชาติ กับแบบบังคับต่างกันอย่างไร และการพาความร้อน ลักษณะใดการพาความร้อนดีกว่ากัน อธิบายประกอบ

.....

.....

.....

.....

2. ความเร็วลมมีผลต่อการพาความร้อนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. ถ้าเปลี่ยนแปลงการเรียง Pinned heater จากแบบสลับมาเป็นแบบเรียงแถว จะมีผลต่อการพาความร้อนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ถ้าจำนวนของกลุ่มท่อเพิ่มขึ้น จะมีผลการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การพาความร้อนเฉลี่ย หรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างการพาความร้อนแบบธรรมชาติ และการพาความร้อนแบบบังคับที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งอธิบายหลักการพาความร้อนนั้นๆ

.....

.....

.....

การทดลองที่ 16

ชุดทดลองการแผ่รังสีความร้อน (Heat Radiation Test Set)

วัตถุประสงค์การทดลอง

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหาค่าสภาพการแผ่รังสี (Emissivity) ของวัตถุต่างๆ เช่น วัตถุดำ (Black body) วัตถุเทา (Gray body) และวัตถุขาว (White body) โดยการวัดค่าความเข้มของความร้อนจากการแผ่รังสีด้วยเครื่องวัดรังสีความร้อน (Thermopile) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากกฎของ Stefan-Boltzmann นั่นก็คือ

$$q_b = \varepsilon \sigma (T_s^4 - T_A^4)$$

$$\varepsilon = q_b / \sigma (T_s^4 - T_A^4)$$

โดยที่ q_b คือ พลังงานจากการแผ่รังสีที่ออกจากหนึ่งหน่วยพื้นที่ของแผ่นวัตถุ (แหล่งให้ความร้อน)

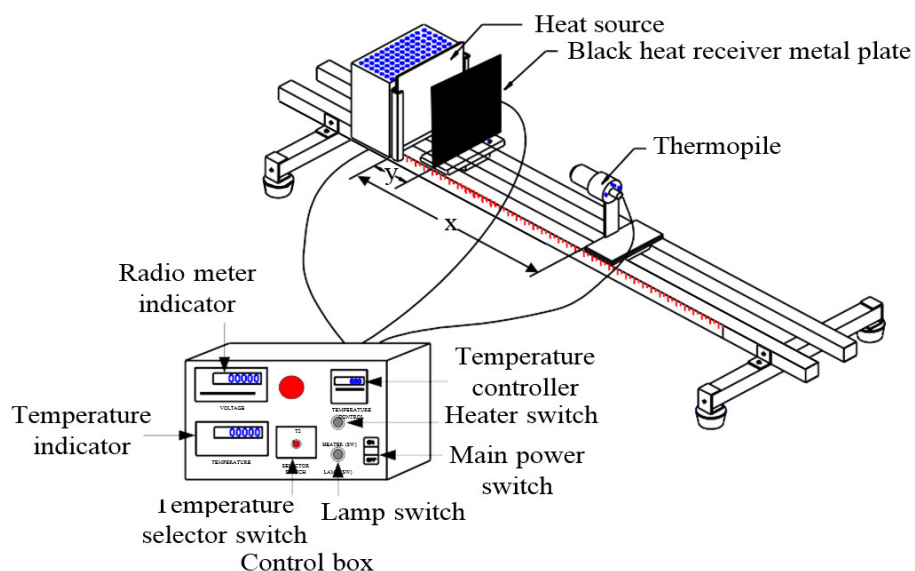
= $8.5837 \times$ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดพลังงานรังสีความร้อน (สำหรับ Thermopile S/N 150162)

ε คือ ค่าการแผ่รังสีของแผ่นโลหะที่ใช้ในการทดลอง

σ คือ ค่าคงที่ของ Stefan-Boltzmann = $5.67 \times 10^{-8}, \text{Wm}^2\text{-K}^4$

T_s คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ของตัวให้ความร้อน, K

T_A คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ของบรรยากาศแวดล้อม, K



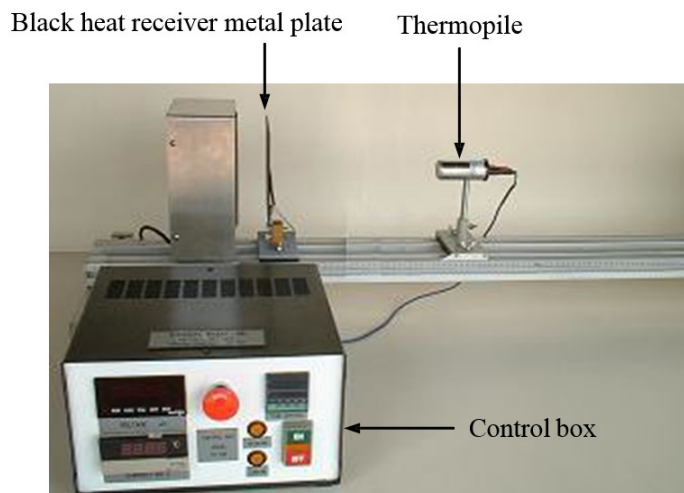
รูปที่ 1 โดอะแกรมแสดงการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองการแผ่รังสีของพื้นผิวที่ต่างกัน

การเตรียมการทดลอง

1. ประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันตามรูปข้างต้น โดยให้แหล่งกำเนิดความร้อนอยู่ที่ด้านซ้ายมือของรางเลื่อน ให้แผ่นวัสดุซึ่งเป็นวัสดุค่าที่เป็นตัวรับความร้อนและเครื่องวัดพลังงานรังสีความร้อน (Thermopile)
2. ต่อสายเทอร์โมคัปเปิลของแผ่นวัสดุค่าและสายไฟของเครื่องวัดพลังงานรังสีความร้อน (Thermopile) ไปยังกล่องควบคุม

วิธีการทดลอง

1. ตั้งแหล่งให้ความร้อนไว้ที่ตำแหน่งศูนย์ ตามสเกลที่อยู่บนรางเลื่อนที่เป็นแท่นเครื่อง
2. ตั้งแผ่นวัสดุค่าไว้ที่ตำแหน่ง 4.0 cm ตามสเกลที่อยู่บนรางเลื่อนดังรูป



รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

3. ตั้งเครื่องวัดรังสีความร้อน (Thermopile) ไว้ที่ตำแหน่ง 10 cm ตามสเกลที่อยู่บนรางเลื่อน
4. ถอดแผ่นเลนส์หน้าเครื่องวัดพลังงานรังสีความร้อน (Thermopile) สำหรับย่านการวัด 0.2-50 μm
5. วัดอุณหภูมิบรรยากาศที่อยู่รอบๆ แผ่นวัสดุค่าแล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ไว้ในตารางบันทึกข้อมูล
6. เปิดสวิตช์ไฟของตัวให้ความร้อน(Heater)
7. ปรับชุดควบคุมอุณหภูมิรอจนกระทั่งอุณหภูมิของแผ่นวัสดุค่ามีค่าคงที่อุณหภูมิประมาณ..... องศาเซลเซียสแล้วบันทึกความเข้มของความร้อน (R) ที่อ่านได้จากเครื่องวัดรังสีความร้อน (Thermopile) ของจุดนี้เอาไว้ แล้วปรับชุดควบคุมอุณหภูมิโดยลดอุณหภูมิของแผ่นวัสดุค่าลงครึ่ง

- ละองศาเซลเซียสซึ่งต้องรอให้มีอุณหภูมิคงที่ จนกระทั่งแผ่นวัตถุดำมีอุณหภูมิเหลือเพียง 105 องศาเซลเซียส
8. ในแต่ละอุณหภูมิของแผ่นวัตถุดำ ให้ทำการบันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดรังสีความร้อน (R) ลงในตารางบันทึกข้อมูล
 9. ปิดสวิตช์ไฟของตัวให้ความร้อนแล้วเปลี่ยนแผ่นวัตถุดำเป็นแผ่นวัตถุเทา (Poised metal plate)
 10. เปิดสวิตช์ไฟของตัวให้ความร้อน ปรับชุดอุณหภูมิจนกระทั่งอุณหภูมิของแผ่นวัตถุเทามีค่าคงที่ที่อุณหภูมิประมาณ.....องศาเซลเซียสแล้วบันทึกความเข้มของความร้อน (R) ที่อ่านได้จากเครื่องวัดรังสีความร้อน (Thermopile)
 11. ปรับลดอุณหภูมิลงครั้งละองศาเซลเซียสซึ่งต้องรอให้มีอุณหภูมิคงที่ จนกระทั่งแผ่นวัตถุเทามีอุณหภูมิเหลือเพียง 75 องศาเซลเซียส
 12. ในแต่ละอุณหภูมิของแผ่นวัตถุเทา ให้ทำการบันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดรังสีความร้อน (R) ลงในตารางบันทึกข้อมูล
 13. ปิดสวิตช์ไฟของตัวให้ความร้อนแล้วเปลี่ยนแผ่นวัตถุเทาเป็นแผ่นวัตถุขาว
 14. เปิดสวิตช์ไฟของตัวให้ความร้อน ปรับชุดอุณหภูมิจนกระทั่งอุณหภูมิของแผ่นวัตถุขาวมีค่าคงที่ที่อุณหภูมิประมาณ.....องศาเซลเซียสแล้วบันทึกความเข้มของความร้อน (R) ที่อ่านได้จากเครื่องวัดรังสีความร้อน (Thermopile)
 15. ปรับลดอุณหภูมิลงครั้งละองศาเซลเซียสซึ่งต้องรอให้มีอุณหภูมิคงที่ จนกระทั่งแผ่นวัตถุขาวมีอุณหภูมิเหลือเพียง 85 องศาเซลเซียส
 16. ในแต่ละอุณหภูมิของแผ่นวัตถุขาว ให้ทำการบันทึกค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดรังสีความร้อน (R) ลงในตารางบันทึกข้อมูล

ผลการทดลองและการคำนวณ

1. บันทึกค่าอ่านได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง
2. คำนวณหาค่าการแผ่รังสีความร้อน (Emissivity, ϵ) จากอุณหภูมิที่อ่านได้จากตัวให้ความร้อนกับค่าที่อ่านได้จากมิเตอร์วัดรังสี และ q_b โดยใช้สมการความสัมพันธ์

$$\epsilon = q_b / \sigma(T_s^4 - T_A^4)$$

เมื่อ $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}, \text{Wm}^2\text{-K}^{-4}$ จากนั้นบันทึกค่าที่คำนวณได้ในตารางบันทึกข้อมูล

3. หาค่าเฉลี่ยของค่าการแผ่รังสีของแผ่นวัตถุแต่ละชนิด
4. บันทึกข้อสังเกตต่างๆ ที่ได้จากการเปรียบเทียบกับค่าการแผ่รังสีมาตรฐานของวัตถุที่ใกล้เคียงกันซึ่งมีอยู่ในตำราเรียน

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชื่อผู้ทดลอง.....

วันที่ทดลอง.....

ระยะห่างระหว่างเครื่องวัดรังสีความร้อนถึงตัวให้ความร้อน (X)=.....mm

ระยะห่างระหว่างตัวให้ความร้อนถึงแผ่นวัตถุที่ใกล้สุด (Y)=.....mm

ชนิดของแผ่น:.... วัสดุค่า.....

| ค่าที่ | ค่าที่อ่านได้ | | | | ค่าที่อ่านได้จาก เครื่องวัดรังสี ความร้อน, R μV | ค่าที่ได้จากการคำนวณ | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|------------|------------|---|-----------------------------------|--|---------------------------|
| | อุณหภูมิ | | | | | $q_b = 8.5837R$ W/m^2 | $q_{bl} = \sigma(T_s^4 - T_A^4)$ W/m^2 | $\epsilon = q_b / q_{bl}$ |
| | T_s $^{\circ}\text{C}$ | T_A $^{\circ}\text{C}$ | T_s K | T_A K | | | | |
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | |
| 14. | | | | | | | | |
| 15. | | | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ยของค่าการแผ่รังสีความร้อนของแผ่นวัตถุค่า | | | | | | | | |

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชื่อผู้ทดลอง.....

วันที่ทดลอง.....

ระยะห่างระหว่างเครื่องวัดรังสีความร้อนถึงตัวให้ความร้อน (X)=.....mm

ระยะห่างระหว่างตัวให้ความร้อนถึงแผ่นวัตถุที่ใกล้สุด (Y)=.....mm

ชนิดของแผ่น:.... วัตถุเทา.....

| ค่าที่ | ค่าที่อ่านได้ | | | | ค่าที่อ่านได้จาก เครื่องวัดรังสี ความร้อน, R μV | ค่าที่ได้จากการคำนวณ | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|------------|------------|---|-----------------------------------|--|---------------------------|
| | อุณหภูมิ | | | | | $q_b = 8.5837R$ W/m^2 | $q_{bl} = \sigma(T_s^4 - T_A^4)$ W/m^2 | $\epsilon = q_b / q_{bl}$ |
| | T_s $^{\circ}\text{C}$ | T_A $^{\circ}\text{C}$ | T_s K | T_A K | | | | |
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | |
| 14. | | | | | | | | |
| 15. | | | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ยของค่าการแผ่รังสีความร้อนของแผ่นวัตถุเทา | | | | | | | | |

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชื่อผู้ทดลอง.....

วันที่ทดลอง.....

ระยะห่างระหว่างเครื่องวัดรังสีความร้อนถึงตัวให้ความร้อน (X)=.....mm

ระยะห่างระหว่างตัวให้ความร้อนถึงแผ่นวัตถุที่ใกล้สุด (Y)=.....mm

ชนิดของแผ่น:.... วัสดุขาว.....

| ค่าที่ | ค่าที่อ่านได้ | | | | ค่าที่อ่านได้จาก เครื่องวัดรังสี ความร้อน, R μV | ค่าที่ได้จากการคำนวณ | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|------------|------------|---|-----------------------------------|--|---------------------------|
| | อุณหภูมิ | | | | | $q_b = 8.5837R$ W/m^2 | $q_{bl} = \sigma(T_s^4 - T_A^4)$ W/m^2 | $\epsilon = q_b / q_{bl}$ |
| | T_s $^{\circ}\text{C}$ | T_A $^{\circ}\text{C}$ | T_s K | T_A K | | | | |
| 1. | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | |
| 14. | | | | | | | | |
| 15. | | | | | | | | |
| ค่าเฉลี่ยของค่าการแผ่รังสีความร้อนของแผ่นวัสดุขาว | | | | | | | | |

ตัวอย่างการคำนวณ: ให้นักศึกษาแสดงตัวอย่างการคำนวณจากผลการทดลอง

การทดลองที่ 17

การประยุกต์ใช้เทอร์มิสเตอร์วัดอุณหภูมิ

(Thermistor Application for Temperature Measuring)

วัตถุประสงค์

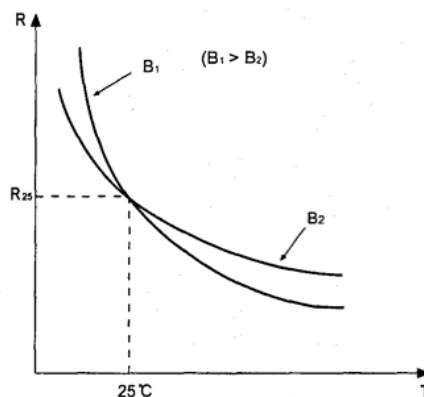
การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์ (Thermistors) การประยุกต์ใช้งานและการสอบเทียบเทอร์มิสเตอร์ (Calibration) รวมถึงการหาผลตอบสนอง (Dynamic response) ของการใช้เทอร์มิสเตอร์ในการวัดอุณหภูมิ

ทฤษฎีเบื้องต้น

เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor, thermally sensitive resistor) เป็นอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ที่มีลักษณะคล้ายเซรามิก ส่วนมากจะใช้ซิลิกอนและเจอร์มาเนียมในการผลิตเทอร์มิสเตอร์ โดยทั่วไปค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Negative Temperature Coefficient Thermistors, NTC) ซึ่งตรงข้ามกับ RTD (Resistance Temperature Detectors) ที่ค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์และอุณหภูมิสามารถเขียนให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$R = R_0 e^{\beta(1/T - 1/T_0)} \quad (1)$$

ค่า β (Beta) มีช่วงตั้งแต่ 3500 ถึง 4000 K ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ อุณหภูมิ และวิธีการสร้าง เซนเซอร์แต่ละตัว ดังนั้นจึงต้องทำการหาค่าเฉพาะสำหรับเทอร์มิสเตอร์แต่ละตัว รูปที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานเทียบกับอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ทั่วไปสองตัวที่ทำมาจากวัสดุต่างกัน



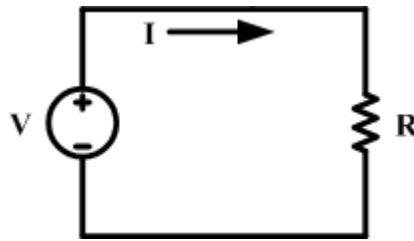
รูปที่ 1. ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ ณ อุณหภูมิต่างๆ

สมการที่ 1 ไม่สามารถใช้ได้ตลอดช่วงอุณหภูมิทั้งหมด ยกเว้นจะทำการหาค่า β ให้อยู่ในรูปฟังก์ชันของอุณหภูมิ โดยทั่วไปแล้วค่า β ที่ได้จากผู้ผลิตเซนเซอร์จะถือว่าเป็นค่าคงที่ตลอดช่วงการวัดที่จำกัดช่วงหนึ่งเท่านั้น

ทบทวนวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

กฎของโอห์ม (Ohm's Law): $V = IR$ เป็นกฎพื้นฐานสำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด กล่าวคือ เมื่อทราบค่ากระแสไฟฟ้า (Current, I) ที่ไหลผ่านชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ในวงจรไฟฟ้า (เช่น ตัวต้านทาน) ดังรูปที่ 2 ค่าความต่างศักย์ตกคร่อม (Voltage drop, V) ของชิ้นส่วนนั้น จะเท่ากับค่ากระแสไฟฟ้าคูณกับค่าความต้านทาน (Resistance, R) ดังสมการที่ 2

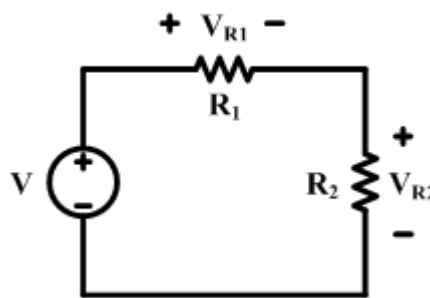
$$V = IR \quad (2)$$



รูปที่ 2. Ohm's Law

กฎความต่างศักย์ของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchoff's Voltage Law): ผลรวมของความต่างศักย์ตกคร่อมในวงจรอนุกรม (Series circuit) เท่ากับผลรวมของความต่างศักย์จากแหล่งจ่ายทั้งหมด ดังสมการที่ 3 และ 4

$$\sum V_{Sources} = \sum V_{Drops} \quad (3)$$



รูปที่ 3. Kirchoff's Voltage Law

$$V = V_{R1} + V_{R2} \quad (4)$$

ผลตอบสนองของการวัดอุณหภูมิ

โดยทั่วไปเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิจะมีการตอบสนองแบบระบบอนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง (First-order system) ซึ่งจะมีเวลาตอบสนองต่อการวัดอุณหภูมิค่าหนึ่งเสมอ (Time lag) เวลาที่เข้าไปนี้สามารถหาได้จาก

ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน ถ้าคิดเฉพาะการพาความร้อน (Convection) จะได้สมการการถ่ายเทความร้อนดังสมการที่ 5 และ 6

$$mc \left(\frac{dT_p}{dt} \right) = hA(T_g - T_p) \quad (5)$$

หรือ

$$\tau \left(\frac{dT_p}{dt} \right) + T_p = T_g \quad (6)$$

T_p = อุณหภูมิของเซ็นเซอร์ (K)

T_g = อุณหภูมิของก๊าซที่ต้องการวัด (K)

c = ค่าความร้อนจำเพาะของเซ็นเซอร์ (J/kg·K)

m = มวลของเซ็นเซอร์ (kg)

t = เวลา (s)

h = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน (W/m²K)

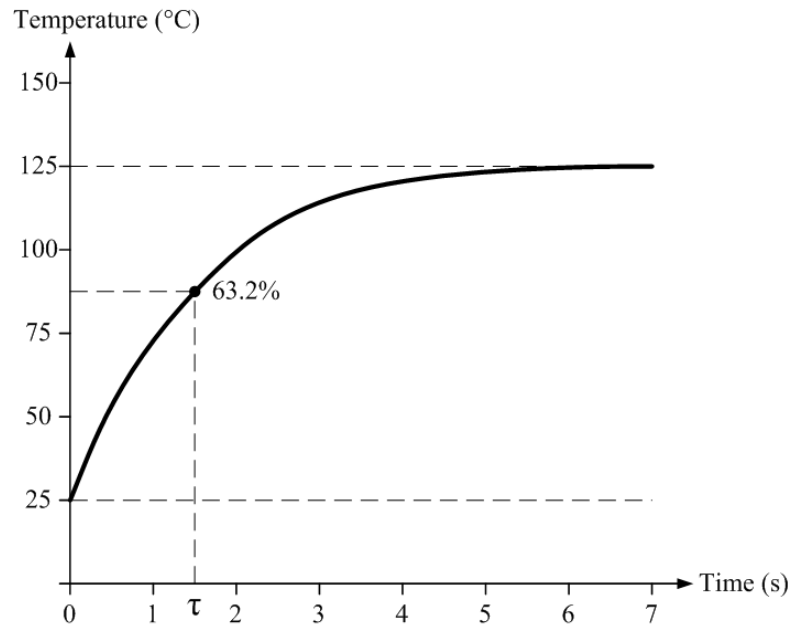
A = พื้นที่ผิวของเซ็นเซอร์ที่สัมผัสกับก๊าซที่ต้องการวัดอุณหภูมิ (m²)

τ = mc/hA = ค่าเวลาคงที่ (s)

โดยผลเฉลยของสมการข้างต้นคือ

$$\Delta T_p = (T_g - T_{p0}) (1 - e^{-t/\tau}) \quad (7)$$

ค่า τ คือค่าเวลาคงที่ (time constant or characteristic time) ของเซ็นเซอร์ มีค่าเท่ากับ 63.2% ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่มากที่สุดที่เป็นไปได้ ($T_g - T_p$) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4. Time Response

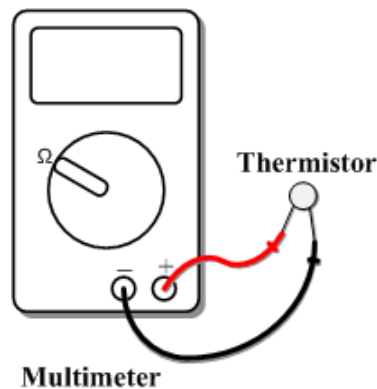
อุปกรณ์การทดลอง

1. เทอร์มิสเตอร์ (Thermistors)
2. ตัวต้านทาน (Resistors)
3. มัลติมิเตอร์ (Multimeter)
4. Prototyping board
5. หม้อควบคุมอุณหภูมิ (Temperature bath)
6. อุปกรณ์เก็บข้อมูล (Data Acquisition Unit, DAQ)
7. คอมพิวเตอร์สำหรับบันทึกผลการทดลอง

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์

1. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ ณ อุณหภูมิห้อง (ดังรูปที่ 5) บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1
2. เพิ่มอุณหภูมิให้กับเทอร์มิสเตอร์โดยถือไว้ในมือประมาณ 3 นาที แล้วทำการวัดค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์อีกครั้ง บันทึกผลที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1
3. ทำการทดลองซ้ำโดยใช้เทอร์มิสเตอร์ที่มีขนาดแตกต่างกัน



รูปที่ 5. การวัดค่าความต้านทานโดยใช้มัลติมิเตอร์

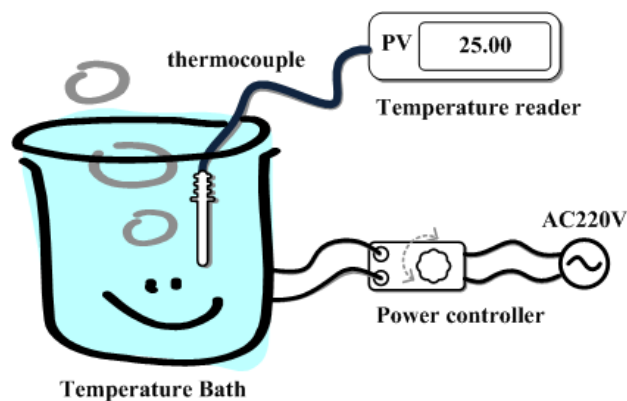
ตารางที่ 1 การหาชนิดของเทอร์มิสเตอร์

| เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) | อุณหภูมิ (Temperature, °C) | ค่าความต้านทาน (Resistance, Ohm) |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| # 1 | อุณหภูมิห้อง _____ °C | Ω |
| | อุณหภูมิร่างกาย _____ °C | Ω |
| # 2 | อุณหภูมิห้อง _____ °C | Ω |
| | อุณหภูมิร่างกาย _____ °C | Ω |

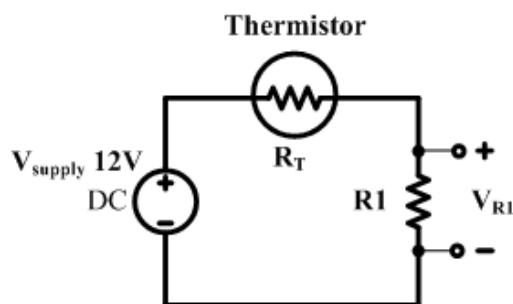
คำถาม: จากผลการทดลอง เทอร์มิสเตอร์ที่ได้เป็นชนิดใด? เพราะเหตุใด?

ตอนที่ 2 การสอบเทียบเทอร์มิสเตอร์ (Calibration)

1. เลือกเทอร์มิสเตอร์ 1 ตัว วัดความต้านทานที่อุณหภูมิห้องและบันทึกลงในตารางที่ 2
2. เลือกตัวต้านทาน 1 ตัว อ่านค่าความต้านทานและบันทึกลงในตารางที่ 2
3. เตรียมอุปกรณ์พร้อมทั้งต่อวงจรอนุกรม (Voltage divider) ดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7
4. ปรับกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับฮีตเตอร์เพื่อให้ได้อุณหภูมิอากาศภายในหม้อควบคุมอุณหภูมิ (Temperature bath) ตามที่ต้องการดังตารางที่ 2
5. นำเทอร์มิสเตอร์ไปส่งในหม้อควบคุมอุณหภูมิ
6. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ (Voltage) ของตัวต้านทาน R_1 ที่อุณหภูมิต่างๆ กันดังตารางที่ 2 และทำการบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 2
7. คำนวณค่าความต้านทานจากค่าความต่างศักย์ที่วัดได้
8. วาดกราฟระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่ได้จากการทดลองลงในกราฟที่ 1



รูปที่ 6. ชุดทดลองการสอบเทียบเทอร์มิสเตอร์



รูปที่ 7. วงจรประยุกต์ใช้งานเทอร์มิสเตอร์

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการสอบเทียบเทอร์มิสเตอร์

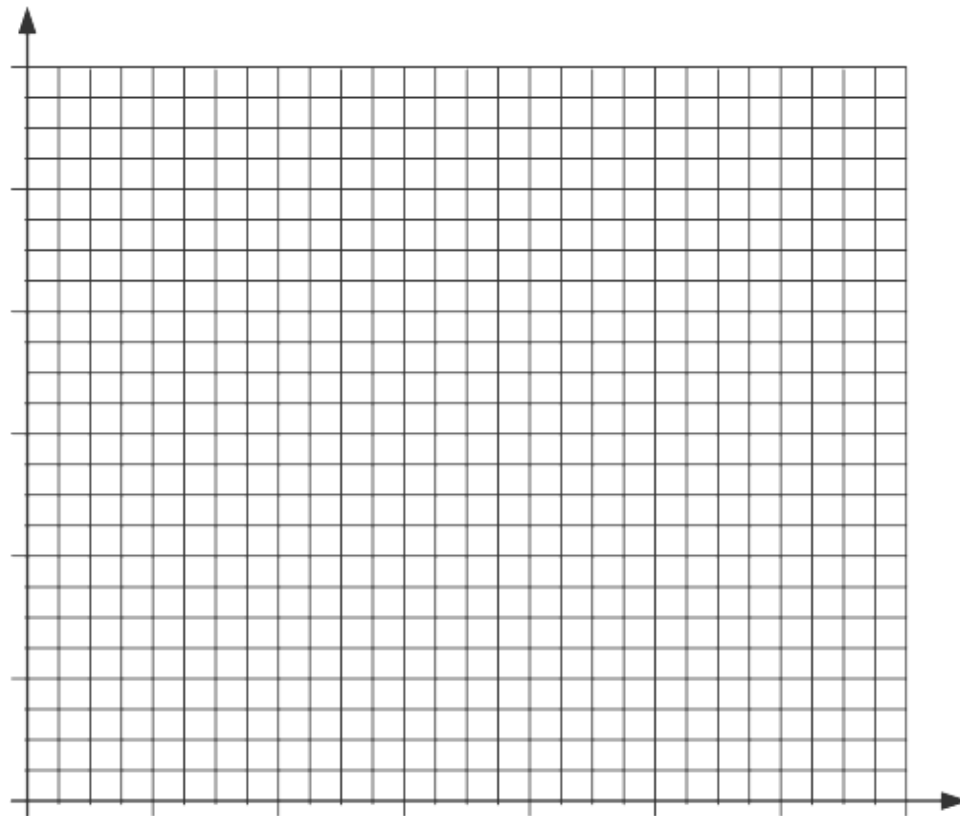
$V_{\text{supply}} = \underline{\hspace{2cm}}$ Volt.

$R_{\text{thermistor}}$ (Room Temp.) = $\underline{\hspace{2cm}}$ Ω $R1 = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω

| อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) | V_{R1} (Volt.) | R_T (Ω) |
|---------------------------------|------------------|--------------------|
| 25 | | |
| 30 | | |
| 40 | | |
| 50 | | |
| 60 | | |
| 70 | | |

กราฟที่ 1 การสอบเทียบอุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์

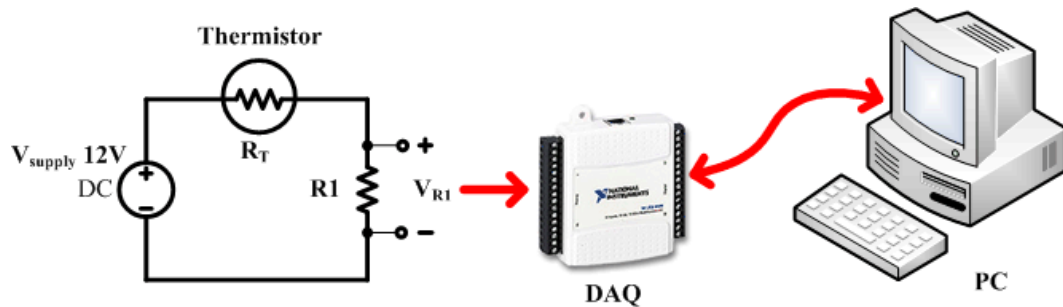
Resistance (Ω)



Temperature ($^{\circ}\text{C}$)

ตอนที่ 3 การหาเวลาตอบสนองของเทอร์มิสเตอร์ (Time Response Measurement)

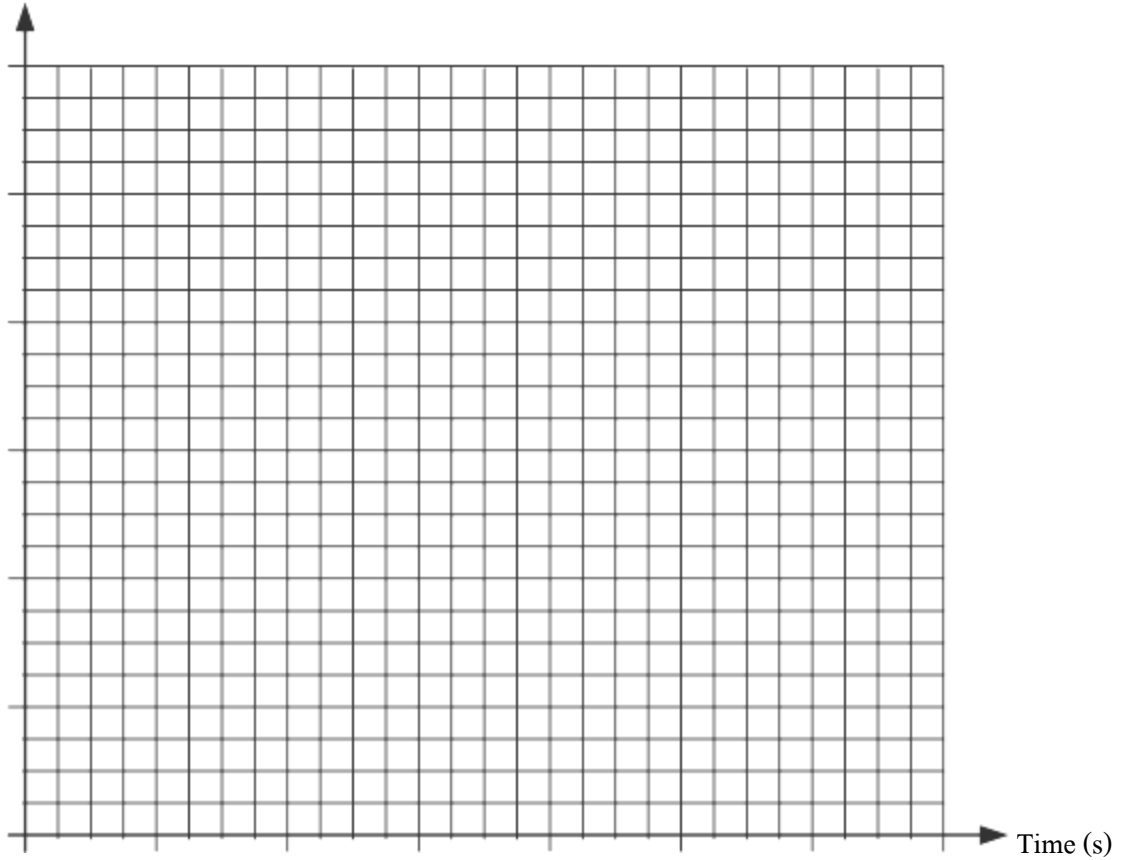
1. จากวงจรตอนที่ 2 ให้ต่ออุปกรณ์เพิ่ม โดยใช้ DAQ และ โปรแกรม LabVIEW ช่วยในการหาเวลาตอบสนองของเทอร์มิสเตอร์ดังรูปที่ 8
2. ปรับอุณหภูมิภายในหม้อควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากับ 70°C
3. Run โปรแกรม LabVIEW เพื่อวัดและบันทึกค่าความต่างศักย์ของ R_1
4. นำเทอร์มิสเตอร์ใส่ลงในหม้อควบคุมอุณหภูมิ
5. จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อเห็นผลตอบสนองให้หยุดโปรแกรม
6. วาดกราฟที่ได้จากโปรแกรมลงในกราฟที่ 2
7. เปลี่ยนเทอร์มิสเตอร์ แล้วทำการทดลองซ้ำข้อ 2 ถึง 6
8. คำนวณค่า τ และวิเคราะห์ผลที่ได้



รูปที่ 8. การต่ออุปกรณ์เพื่อวัดผลตอบสนองของเทอร์มิสเตอร์

กราฟที่ 2 การหาเวลาตอบสนองของเทอร์มิสเตอร์ในการวัดอุณหภูมิ

Voltage (V)



ตารางที่ 3 ตารางบันทึกผลการหาเวลาตอบสนองของเทอร์มิสเตอร์

| Thermistor | V_{initial} | $V_{\text{magnitude}}$ | $V_{63.2\%}$ | τ |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|--------|
| 1 _____ Ω (Room temp.) | | | | |
| เวลา (วินาที) | | | | |

คำถามท้ายการทดลอง:

1. จงอธิบายหลักการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์มิสเตอร์

2. จากการทดลองตอนที่ 2 อุณหภูมิภายในหม้อควบคุมอุณหภูมิกงที่หรือไม่? ถ้าไม่ นศ. คิดว่าสภาวะดังกล่าวมีผลอย่างไรบ้างต่อการสอบเทียบเทอร์มิสเตอร์?

3. จากผลการทดลองในกราฟที่ 1 จงหาสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์และอุณหภูมิ

4. จากการทดลองตอนที่ 3 ถ้าทำการทดลองซ้ำ นศ. คิดว่าค่าเวลาคงที่ (Time response, τ) จะเหมือนเดิมหรือแตกต่างกันหรือไม่? เพราะเหตุใด?

การทดลองที่ 18

ชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบระบบเปิดด้วยสัญญาณแอนะล็อก (Open System DC Motor Control with Analog Signal)

วัตถุประสงค์

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้การควบคุมระบบเปิดด้วยสัญญาณอนาล็อก

บทนำ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor หรือ DC Motor) หรือที่นิยมเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า ดีซีมอเตอร์ มีหน้าที่เป็นตัวแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเป็นพลังงานทางกล (Mechanical energy) โดยจะทำให้มีการหมุนเกิดขึ้น หน้าที่หลักของมอเตอร์คือการสร้างแรงบิด (Torque) ในโรเตอร์ของมอเตอร์เพื่อที่จะขับภาระที่มีต่อคัปปลิงภายนอกของมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ตามต้องการ สำหรับการใช้งานขึ้นอยู่กับทฤษฎีการควบคุมที่นำมาใช้ ซึ่งทำให้มอเตอร์สามารถทำงานได้เต็มขีดจำกัดตามงานประยุกต์ต่าง ๆ ได้ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีทั้งแบบระบบเปิด (Open loop) หรือ ระบบปิด (Closed loop) ความเร็วของมอเตอร์สามารถควบคุมได้โดยใช้สัญญาณอนาล็อกหรือดิจิทัลแบบ Pulse Width Modulation (PWM) แต่สำหรับการทดลองนี้จะศึกษาถึงการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet DC motor) ด้วยระบบเปิดโดยใช้สัญญาณอนาล็อก

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้งานกันทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิดคือ แบบที่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless DC Motor) และแบบที่มีแปรงถ่าน (Brush DC Motor) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบที่มีแปรงถ่านยังสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 2 ชนิดคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็ก (Separately Excited Field DC Motor) และ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเส้นแรงแม่เหล็กกระตุ้นคงที่ (Permanent-Magnet DC Motor)

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็ก (Separately excited field DC motor) แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

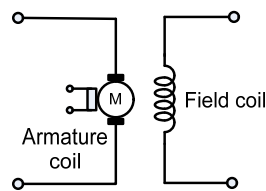
ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กแบบแยกกระตุ้น (Separately excited) เป็นเครื่องจักรไฟฟ้าที่มีสนาม (Field) ของขดลวดที่สเตเตอร์ (Stator) ให้แหล่งจ่ายไฟตรงแยกเป็นอิสระกับขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) รูปที่ 1(ก)

ขดลวดกระตุ้นใช้แหล่งจ่ายไฟร่วมกับขดลวดอามเจอร์ (Self-excited) เป็นลักษณะที่ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็กกระตุ้นต่ออยู่กับขดลวดอามเจอร์ ซึ่งแยกเป็น 3 แบบคือ

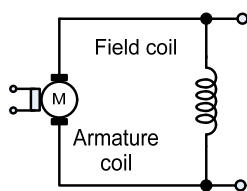
แบบขนาน (Shunt) มีลักษณะการต่อขดลวดสนามกระตุ้น (Excitation field) ต่อขนานกับขดลวดของอามเจอร์ รูปที่ 1(ข)

แบบอนุกรม (Series) มีลักษณะการต่อขดลวดสนามกระตุ้น (Excitation field) ต่ออนุกรมกับขดลวดของอามเจอร์ รูปที่ 1(ค)

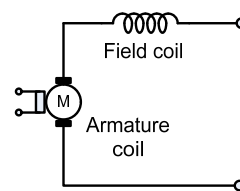
แบบผสม (Compound) มีลักษณะการต่อขดลวดสนามกระตุ้น (Excitation field) อนุกรมและขนานกับขดลวดของอามเจอร์ โดยแบ่งออกเป็นแบบคือ แบบ Short-shunt แสดงในรูปที่ 1(ง) แบบ Long-shunt แสดงในรูปที่ 1(จ)



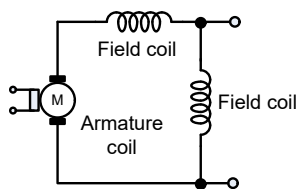
(ก) Separately wound



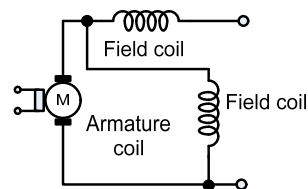
(ข) Shunt



(ค) Series



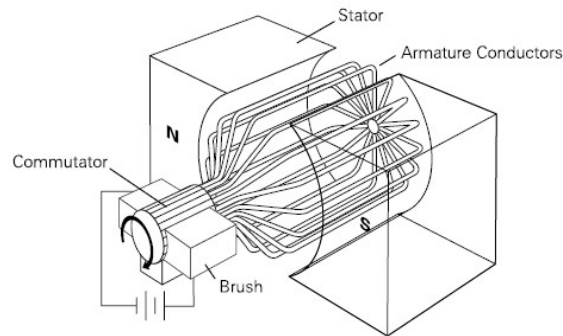
(ง) Compound (Long-shunt)



(จ) Compound (Short-shunt)

รูปที่ 9 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็ก

- มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet DC motor) แทนขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ (Stator) ด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet) ดังแสดงในรูปที่ 2 ทำให้ขนาดเส้นแม่เหล็กมีค่าคงที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้

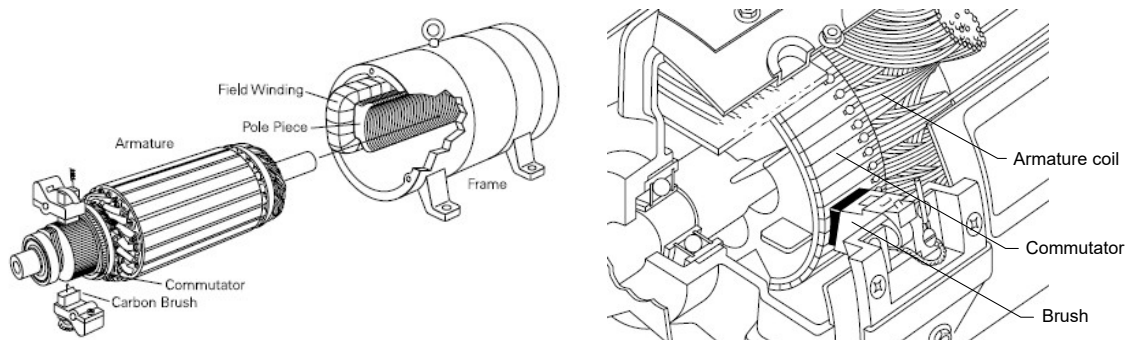


รูปที่ 10 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

ทฤษฎีพื้นฐาน

หลักการพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

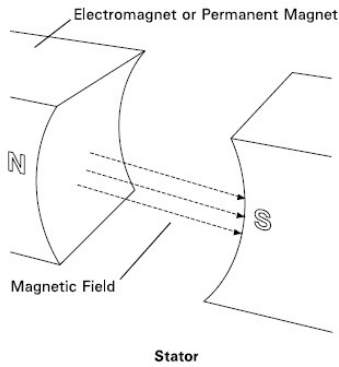
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบที่สำคัญ เช่น แม่เหล็กถาวร, อามเจอร์, คอมมิวเตเตอร์, แปรงถ่าน และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ดังรูปที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



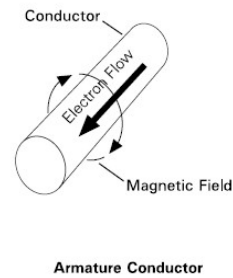
รูปที่ 11 ส่วนประกอบต่างๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สนามแม่เหล็ก (Magnetic fields)

เมื่อพิจารณารูปที่ 2 การเคลื่อนที่ของมอเตอร์เป็นผลมาจากสนามแม่เหล็ก 2 ส่วนที่กระทำต่อกันคือ สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์ ดังรูปที่ 4(ก) โดยทั่วไปสนามแม่เหล็กจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้วคือ ขั้วเหนือ (N) ขั้วใต้ (S) ซึ่งเป็นการแบ่งตามลักษณะของทิศทางสนามแม่เหล็กทั่วไปและ เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางพุ่งออกจากขั้วเหนือ ไปยังขั้วใต้ สนามแม่เหล็กอีกส่วนเกิดขึ้นเมื่อเกิดมีกระแสเคลื่อนที่ในแท่งขดลวดตัวนำ (Conductor) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดตัวนำดังรูปที่ 4(ข)



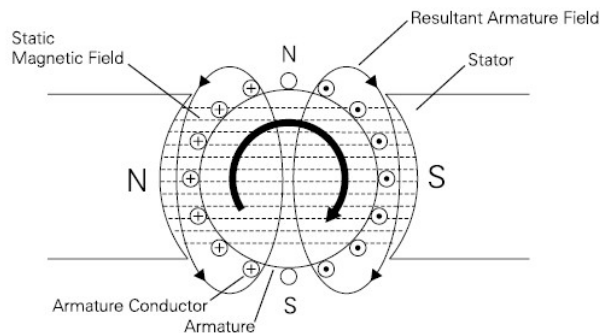
(ก) สนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์



(ข) สนามแม่เหล็กที่แท่งตัวนำ

รูปที่ 12 สนามแม่เหล็กในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นทำให้เกิดแรงบิดเพื่อทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์มอเตอร์ดังรูปที่ 5 โดยส่วนประกอบของมอเตอร์ที่ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์คือ ขดลวดตัวนำ และแม่เหล็กถาวร ที่ติดตั้งอยู่ที่โครง (Frame) ของมอเตอร์



รูปที่ 13 แรงบิดที่เกิดขึ้นเนื่องจากสนามแม่เหล็ก

อามเจอร์ (Armature)

อามเจอร์เป็นส่วนที่เกิดกระแสที่สลับทิศทางกับเส้นแรง (Flux) แม่เหล็กในการสร้างแรงบิด (Torque) ของโรเตอร์ ดังนั้นอามเจอร์คือส่วนของขดลวดที่พันอยู่รอบโรเตอร์ดังรูปที่ 3 ซึ่งขดลวดเหล่านี้จะได้รับการส่งผ่านกระแสจากแปรงถ่าน (Carbon brush) และคอมมิวเตเตอร์ (Commutator)

แปรงถ่านหรือปลั๊ก (Brushes)

แปรงถ่านเป็นตัวเชื่อมที่ใช้เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอามเจอร์จากแหล่งจ่ายไฟ แปรงถ่านทำจากกราไฟต์ (Graphite) หรือ Precious metal สำหรับเครื่องจักรไฟฟ้ากระแสตรงจะมีปลั๊ก 1 คู่ ปลั๊กข้างหนึ่งต่ออยู่กับขั้วบวก และอีกข้างต่ออยู่กับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ ดังรูปที่ 3

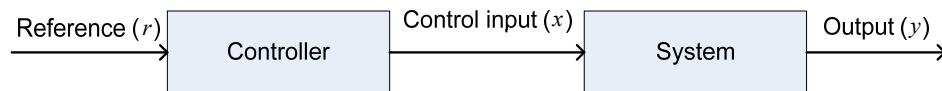
คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)

คอมมิวเตเตอร์เป็นส่วนหนึ่งที่สัมผัสกับแปรงถ่านบัลชซึ่งมีลักษณะแยกเป็นร่องรอบแกน โรเตอร์ โดยปลายร่องของคอมมิวเตเตอร์แต่ละข้างจะยึดขดลวดอาแมเจอร์ 1 ขด ดังรูปที่ 3

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถหมุนได้ทันทีเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟให้กับตัวมอเตอร์ ตามหลักการของสนามแม่เหล็ก มอเตอร์กระแสตรงจะหมุนเพราะว่าการไหลของกระแสในขดลวดที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก มอเตอร์กระแสตรงสามารถจ่ายไฟกลับทิศทางได้ ซึ่งจะมีผลทำให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทาง เช่นจากทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ไปเป็นทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือในทางกลับกัน ถ้าหากทดลองป้อนไฟกระแสสลับที่ความถี่ต่ำ ๆ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะหมุนกลับทิศทางไปมา แต่ถ้าป้อนไฟกระแสสลับที่มีความถี่สูงมาก ๆ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะหยุดหมุน (กระแสสมมูลกัน)

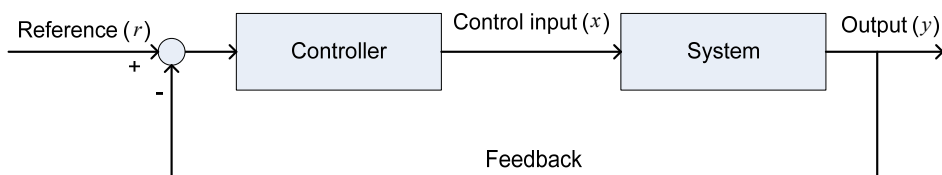
การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

โดยทั่วไปการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร จะกระทำโดยการควบคุมความเร็วให้คงที่ เมื่อภาระมีการเปลี่ยนแปลง หรือการควบคุมความเร็วเมื่อภาระคงที่ หรือแม้กระทั่งการควบคุมตำแหน่ง ระบบการควบคุมสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ระบบเปิด หรือ ระบบปิด (ระบบป้อนกลับ) ในการทดลองนี้จะอธิบายเฉพาะระบบเปิดเท่านั้น ตัวควบคุมของระบบเปิดดังรูปที่ 6 ทำหน้าที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงของค่าอินพุต (x) ด้วยการใช้ข้อมูลของเอาต์พุต (y) ที่ต้องการ ซึ่งอาจเรียกว่าค่าอ้างอิง (r) ตัวควบคุมในระบบนี้ขึ้นอยู่กับเปรียบเทียบของระบบ



รูปที่ 14 ระบบควบคุมแบบเปิด (Open-loop control system)

ตัวควบคุมแบบป้อนกลับจะใช้ค่าอ้างอิงที่ต้องการและค่าป้อนกลับที่ได้จากตัววัดดังรูปที่ 7 ตัวควบคุมแบบป้อนกลับจะคำนวณค่าควบคุม (ค่าอินพุต, x) ที่ป้อนให้ระบบโดยใช้ค่าผิดพลาด (e) ระหว่างค่าอ้างอิงและค่าเอาต์พุต ($e = r - y$)



รูปที่ 15 ระบบควบคุมแบบเปิด (Open-loop control system)

ตัวควบคุมแบบป้อนกลับมีการใช้อย่างแพร่หลายในงานประยุกต์ต่าง ๆ เช่น ยานยนต์ อากาศยาน สาร์ทดิทส์ หรือ สายอากาศเรดาร์ แนวความคิดของระบบป้อนกลับมีการใช้งานอย่างแพร่หลายโดยที่ผู้ใช้

ไม่ได้คำนึงถึง ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการขับรถยนต์ที่ความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง ถ้ารถยนต์มีความเร็วมากกว่าค่าที่ต้องการ ก็ลดความเร็วโดยการถอนแรงกดออกจากคันเร่ง แต่ถ้ารถยนต์มีความเร็วต่ำกว่าค่าที่ต้องการ ก็สามารถเพิ่มความเร็วด้วยการเพิ่มแรงกดที่กระทำต่อคันเร่ง ในระบบที่ยกตัวอย่างนี้ ความเร็วของรถยนต์ที่ต้องการเป็นค่าอ้างอิง และมีสมองเป็นตัวควบคุม ค่าผิดพลาดของระบบคำนวณมาจากความรู้สึทักของผู้ขับ หรือการอ่านค่าจากมิเตอร์วัดความเร็วในรถยนต์และเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่าอ้างอิง ทำให้สมองสั่งการให้เพิ่มหรือลดความเร็วด้วยกันเพิ่มหรือลดแรงที่กระทำต่อคันเร่ง ในรถยนต์สมัยใหม่ที่มีระบบควบคุมความเร็วรถ หรือที่เรียกว่า Cruise control ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วได้ถูกต้องแม่นยำและสม่ำเสมอ

ตัววัดความเร็ว (Velocity transducers)

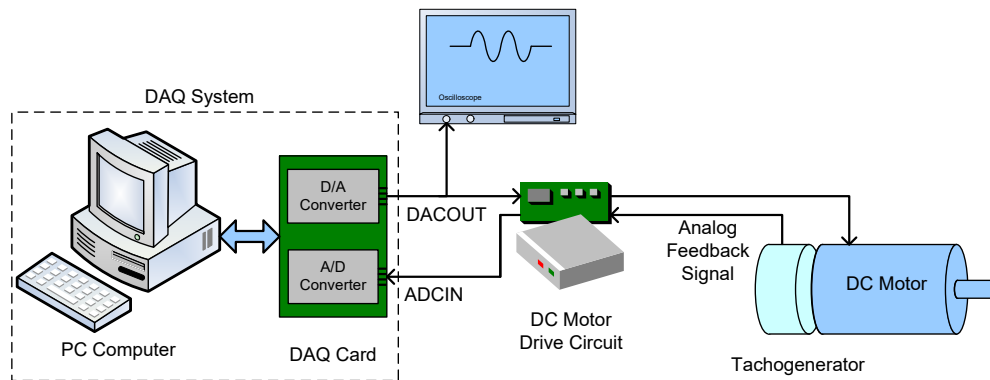
สัญญาณป้อนกลับ (Feedback) ดังรูปที่ 7 สามารถตรวจวัดได้ทั้งที่เป็นสัญญาณอนาล็อกหรือดิจิทัล ในที่นี้จะกล่าวถึงสัญญาณอนาล็อกเท่านั้น ซึ่งสามารถตรวจวัดได้จาก Tachometer อาจมองเป็น Generator กระแสตรงที่มีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งมีส่วนประกอบคล้ายกับมอเตอร์กระแสตรงโดยมีแม่เหล็กถาวร และมีแกนหมุนเป็นขดลวด Armature ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแส เมื่อขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและความเร็วของการหมุน สามารถแสดงดังสมการที่ (1)

$$E_g = k_g \times N \quad (1)$$

เมื่อ E_g คือแรงดันที่เกิดขึ้น
 k_g คือค่าคงที่
 N คือความเร็วรอบ

การทดลอง

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณอนาล็อก โดยระบบควบคุมที่ใช้ในการทดลองจะเป็นระบบเปิด และการควบคุมจะใช้สัญญาณอนาล็อกที่ป้อนออกมาจาก Data acquisition (DAQ) system ทางช่องอนาล็อกเอาต์พุต (DACOUT) มาสั่งให้ชุดวงจรขับมอเตอร์ (DC motor drive circuit) ส่งสัญญาณที่เหมาะสมไปควบคุมการหมุนของมอเตอร์ นอกจากนี้จะศึกษาวิธีวัดสัญญาณป้อนกลับความเร็วเชิงมุม (Angular velocity feedback signal) จากมอเตอร์โดยใช้ Tachogenerator ซึ่งจะจ่ายสัญญาณอนาล็อกออกมาโดยขนาดของสัญญาณจะสัมพันธ์กับความเร็วของมอเตอร์ตามสมการที่ 1 ชุดปฏิบัติการทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร Tachogenerator ชุดวงจรขับมอเตอร์ Oscilloscope และระบบเก็บข้อมูล (Data acquisition system) ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 16 ชุดปฏิบัติการมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและอุปกรณ์ต่าง ๆ

DAQ system ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้คือ คอมพิวเตอร์, DAQ card, Software ที่ใช้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล (ตัวอย่างเช่น LabVIEW, MATLAB, C++ etc.) DAQ card เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ ซึ่งมีช่องสัญญาณอนาล็อกและดิจิทัลทั้งแบบอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งถูกใช้สำหรับเก็บข้อมูลจากสัญญาณที่วัดได้หรือส่งสัญญาณออกไปควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการ DAQ card มีอุปกรณ์ที่หน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล และจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก ดังนั้นสัญญาณที่ต้องการสามารถจัดเก็บหรือนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการที่ต้องการ

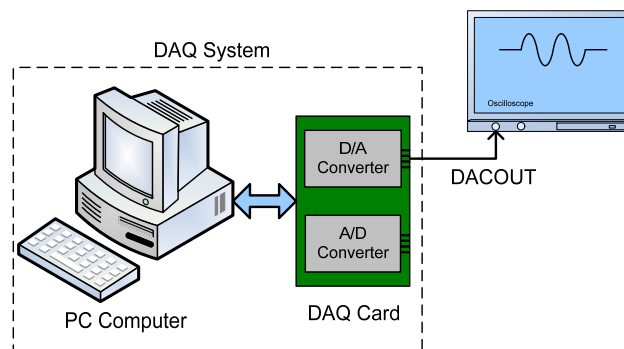
ชุดวงจรขับมอเตอร์ (DC motor drive circuit) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในทิศทางที่ต้องการ โดยใช้สัญญาณควบคุมที่ส่งมาจาก DAQ system ทางช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุมมอเตอร์นั้นจะถูกขยายให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมและสัมพันธ์กับสัญญาณควบคุม จึงทำให้มอเตอร์สามารถเอาชนะภาระที่กระทำและมอเตอร์สามารถหมุนในทิศทางตามที่กำหนดได้

การทดลองที่ 1 โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยโปรแกรม LabVIEW

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมมอเตอร์และ ศึกษาวิธีการควบคุมมอเตอร์โดยใช้ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตของ DAQ Card

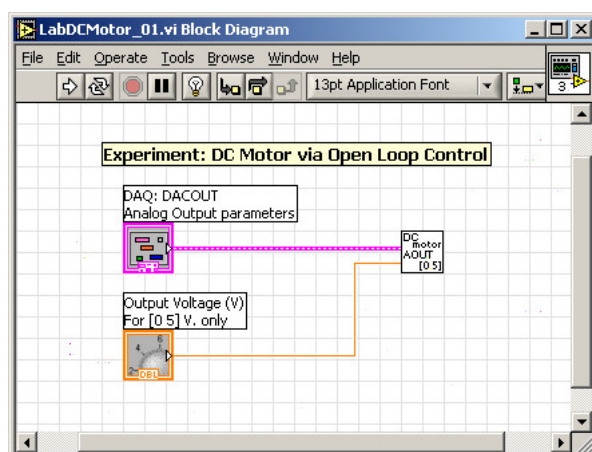
การทดลองนี้จะศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมมอเตอร์ด้วยสัญญาณอนาล็อกจาก DAQ (Data acquisition) board สัญญาณอนาล็อกจะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมและถูกจ่ายออกมาทางช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต DACOUT0 สัญญาณที่ต้องการจะอยู่ในช่วง 0V ถึง +5V ซึ่งสัญญาณนี้สามารถตรวจวัดด้วย Oscilloscope ดังรูปที่ 9



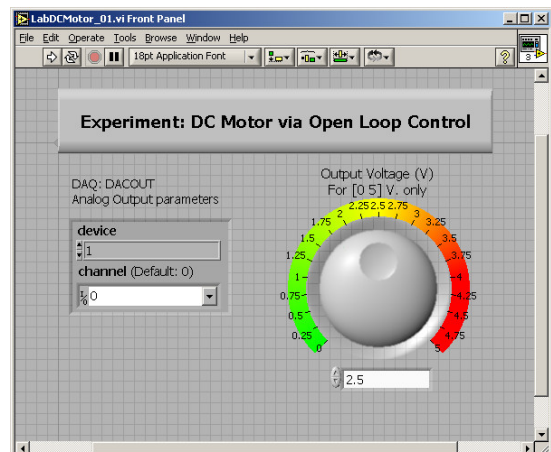
รูปที่ 9 Data Acquisition (DAC) system และ สัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต DACOUT

วิธีทดลอง

1. สร้างโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรม LabVIEW ดังรูปที่ 10 เพื่อใช้ควบคุมการจ่ายแรงดันเอาต์พุตจาก DAQ board ไปยังวงจรถับของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจาก LabVIEW dialog box ให้เลือกสร้าง New VI หรือ Blank VI



(ก) Block diagram สำหรับ DACOUT0

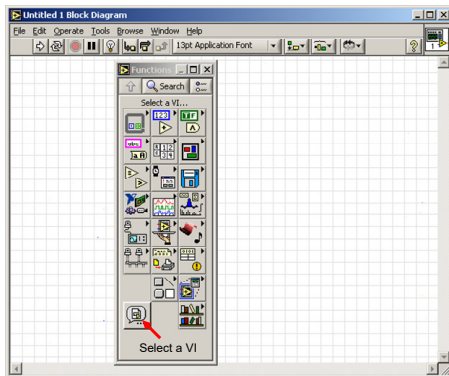


(ข) Front panel สำหรับ DACOUT0

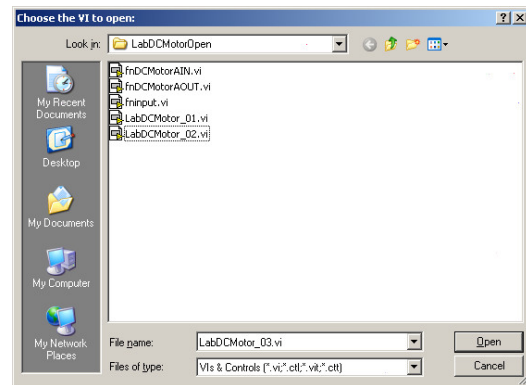
รูปที่ 17 โปรแกรม LabVIEW สำหรับจ่ายแรงดันเอาต์พุตระหว่าง 0-5V สำหรับควบคุมมอเตอร์

2. สร้าง Block diagram

- 2.1 ไปหน้าต่าง Block diagram จาก Functions palette ให้เลือก Select a VI จะมี Sub-menu ปรากฏ ขึ้นดังรูปที่ 10(ก) ให้เลือก Folder ที่มีตัวโปรแกรม LabVIEW ที่ต้องการใช้งาน พร้อมทั้งเลือก ตัวโปรแกรมหรือ VI ที่ต้องการใช้งาน (ให้เลือก FnDCMotorAOUT.vi) และวางลงบน หน้าต่าง Block diagram
- 2.2 เลือก Wiring tool จาก Tools palette ถ้าหากไม่ปรากฏ Tools palette ไปที่ Pull-down menu ให้เลือก Windows>>Show Tools Palette ให้เลื่อนตัว wiring tool ไปที่ Analog output parameters ของ FnDCMotorAOUT.vi เส้นทึบและรายละเอียดของช่องสัญญาณจะปรากฏขึ้น
- 2.3 เมื่อเลื่อน Wiring tool ไปที่ตำแหน่งของ Analog output parameters จากนั้นให้กดปุ่มขวาของ เมาท์ (right-click) จะทำให้เมนูคำสั่งปรากฏขึ้น ให้เลือก Create Control โดยส่วนของ Control จะปรากฏที่หน้าต่าง Front panel
- 2.4 ให้เลื่อน Wiring tool ไปที่ตำแหน่งของ Output voltage ให้กดปุ่มขวาของเมาท์ จากนั้นเลือก Create Control โดยส่วนของ Control จะปรากฏที่หน้าต่าง Front panel
- 2.5 ให้ใช้ Wiring tool เชื่อมต่อตัวไอคอนของ Analog output parameters และ Output voltage ไป ยัง FnDCMotorAOUT.vi



(a) Block diagram



(b) Sub-menu สำหรับเลือกโปรแกรม หรือ VI

รูปที่ 18 Block diagram, Select a VI function และ Sub-menu ที่ใช้สำหรับการสร้างโปรแกรม LabVIEW

3. สร้าง Front Panel

- 3.1 ไปที่หน้าต่าง Front panel จากนั้นให้จัดตำแหน่งต่าง ๆ ของส่วนควบคุมให้เหมาะสมหรือตาม รูปที่ 10(ข)
- 3.2 เปลี่ยนค่าของปุ่มควบคุม (knob) Output Voltage ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง+5V
- 3.3 จัดเก็บโปรแกรม (VI) ที่สร้างขึ้น เช่น DCMotorLab1.vi

4. ต่อเชื่อมสายสัญญาณกับ Oscilloscope
 - 4.1 ต่อช่องสัญญาณ DACOUT0 และ Ground เข้ากับ Oscilloscope (ข้อควรระวัง: เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับชุดทดลอง โปรดตรวจสอบช่องอนาล็อก INPUT/OUTPUT ของ DAQ Card ก่อนการต่อเชื่อมสายสัญญาณ โดยดูจากคู่มือการใช้งานของ Card)
5. เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม (VI)
 - 5.1 เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมที่สร้างไว้ (DCMotorLab1.vi) โดยไปที่ Front panel ให้ตรวจสอบค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นให้ถูกต้องก่อนเริ่มการทำงานของโปรแกรมเช่น Device ID, Channel no. และให้หมุนปุ่ม knob ไปที่ 0V จากนั้นให้กดปุ่มการทำงานแบบต่อเนื่อง (Run continuously button) ซึ่งอยู่ส่วนบนของหน้าต่าง Front panel
 - 5.2 ลองหมุนปุ่ม knob ให้มีค่าแรงดันเพิ่มขึ้นทีละ 0.25V จนกระทั่งแรงดันมีค่าเท่ากับ 5V และตรวจสอบค่าแรงดันที่ Oscilloscope พร้อมทั้งบันทึกค่าลงในตารางที่ 1 (ให้บันทึกแรงดันละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 3)
 - 5.3 หยุดการทำงานของโปรแกรม โดยการหมุนปุ่ม knob ให้แรงดันมีค่าเท่ากับ 0 จากนั้นให้กดปุ่มหยุดการทำงาน (Stop button)

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แรงดันเอาต์พุตจาก DAQ Card

| ค่าแรงดัน DACOUT (V) | ค่าแรงดันที่วัดได้ (V) | %ค่าผิดพลาด |
|----------------------|------------------------|-------------|
| -5.00 | | |
| -4.00 | | |
| -3.00 | | |
| -2.00 | | |
| -1.00 | | |
| 0.00 | | |
| 1.00 | | |
| 2.00 | | |
| 3.00 | | |
| 4.00 | | |
| 5.00 | | |

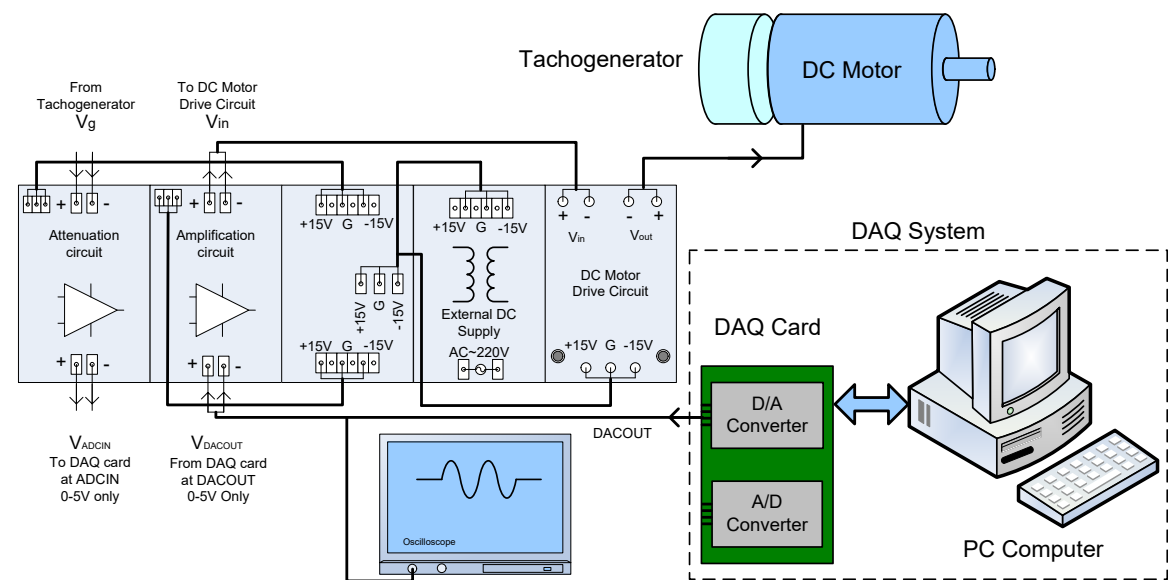
คำถาม

- จงเปรียบเทียบค่าแรงดันเอาต์พุตที่กำหนดและค่าที่วัดจริง พร้อมทั้งให้อธิบายถึงวิธีการคำนวณค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นและอธิบายถึงสาเหตุที่เกิดข้อผิดพลาดมาจากอะไร และมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

การทดลองที่ 2 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณอนาล็อก

วัตถุประสงค์

ศึกษาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณอนาล็อกโดยใช้โปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 19 ชุดปฏิบัติการการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเปิด

การทดลองนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตจาก DAQ card โดยจะต่อเชื่อมไปยังชุดวงจรขับมอเตอร์ (DC Motor Drive Circuit) ซึ่งจะทำหน้าที่ป้อนแรงดันให้กับมอเตอร์ การทดลองนี้มอเตอร์จะถูกต่อด้วยระบบควบคุมแบบเปิดดังรูปที่ 12 ทั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและตัวควบคุมจะต่อเชื่อมกับแหล่งจ่ายไฟภายนอก $\pm 15V$

สำหรับชุดปฏิบัติการนี้ สัญญาณเอาต์พุตจาก DAQ มีค่าอยู่ในช่วง 0-5V และจ่ายเข้าไปสู่วงจรขยายเพื่อแปลงสัญญาณให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเพื่อป้อนให้กับชุดวงจรขับมอเตอร์ โดยชุดวงจรขับนี้จะทำหน้าที่ขยายแรงดันและกระแสเพื่อไปขับมอเตอร์ให้หมุนในทิศทางที่ต้องการ ในการทดลองนี้สัญญาณ

เอาท์พุตจาก DAQ ที่ 2.5V จะเป็นตำแหน่งที่มอเตอร์อยู่นิ่งหรือเป็นตำแหน่งที่ค่าแรงดันที่จ่ายออกมาจากชุดวงจรขับมอเตอร์มีค่าเท่ากับ 0V

วิธีการทดลอง

1. ปิดสวิตช์เพื่อตัดไฟที่จ่ายไปให้กับชุดปฏิบัติการ
2. ต่อเชื่อม DACOUT ที่ช่อง Channel 0 (DACOUT0) ของ DAQ Card เข้าที่ช่องสัญญาณอินพุต (V_{in}) ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และต่อเชื่อมเข้าที่ Oscilloscope
3. ต่อเชื่อมช่องสัญญาณเอาท์พุต (V_{out}) ของวงจรขับเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
4. เปิดโปรแกรม DCmotorLab1.vi และกำหนดค่าแรงดันเอาท์พุตเริ่มต้นเป็น 2.5V จากนั้นให้เริ่มการทำงานของโปรแกรมแบบต่อเนื่อง
5. ที่ Front panel ของโปรแกรม ปรับเพิ่มหรือลดค่าแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ทีละน้อย สังเกตการตอบสนองที่เกิดขึ้นของมอเตอร์และบันทึกผลตามตารางที่ 2 ตรวจสอบค่าแรงดัน V_{in} และ V_{out} ด้วยโวลต์มิเตอร์บันทึกผลลงในตารางที่ 3 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน DACOUT เทียบกับ V_{in} และ V_{out} ของวงจรขับ และอธิบายหลักการทำงานของส่วนวงจรขับของมอเตอร์มาพอสังเขป (เช่น อัตราส่วนขยาย, แรงดันจริงที่ป้อนให้มอเตอร์, และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง)
6. หมุนปุ่ม knob ครึ่งละน้อย (เช่น ครึ่งละ 0.1V) เพื่อหาช่วง "Dead zone" คือช่วงที่มอเตอร์ไม่สามารถขับเคลื่อนได้
7. หยุดการทำงานของโปรแกรม ให้หมุนปุ่ม knob เพื่อลดแรงดันไปที่ 2.5V แล้วกดปุ่มหยุดการทำงานของโปรแกรม

ผลการทดลอง

ตารางที่ 2 การตอบสนองของค่าแรงดันกับทิศทางการหมุนของมอเตอร์

| ค่าแรงดัน DAC | ค่าแรงดันเมื่อมอเตอร์เริ่มหมุน | ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| $0V < V_{out} < 5V$ | | |
| $-5V < V_{out} < 0V$ | | |

ตารางที่ 3 แรงดัน DACOUT เทียบกับ V_{in} และ V_{out}

| ค่าแรงดัน DACOUT (V) | ค่าแรงดัน V_{in} (V) | ค่าแรงดัน V_{out} (V) |
|----------------------|------------------------|-------------------------|
| -5.00 | | |
| -4.00 | | |
| -3.00 | | |
| -2.00 | | |
| -1.00 | | |
| 0.00 | | |
| 1.00 | | |
| 2.00 | | |
| 3.00 | | |
| 4.00 | | |
| 5.00 | | |

คำถาม

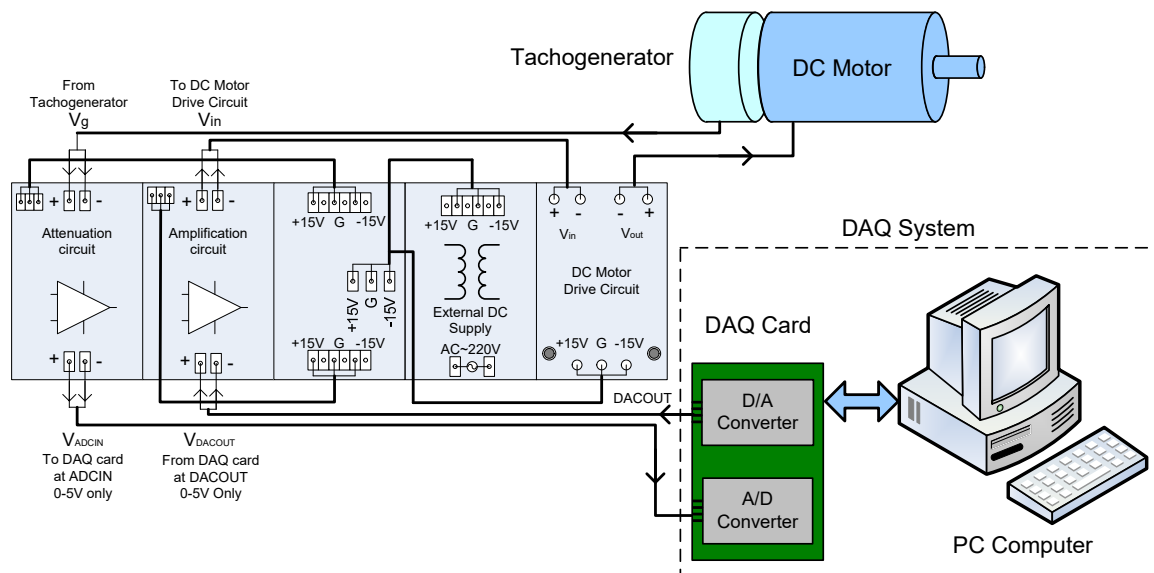
1. แรงดัน DACOUT ที่อยู่ในช่วง Dead Zone มีค่าเท่ากับ

การทดลองที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเปิดและการตรวจวัดสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุตจาก Tachogenerator

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัดสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต โดยใช้โปรแกรม LabVIEW

การทดลองนี้จะเป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบป้อนกลับดังแสดงตามรูปที่ 13 สัญญาณป้อนกลับเป็นสัญญาณอนาล็อกที่ได้มาจากสัญญาณเอาต์พุตของ Tachogenerator ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตนี้จะมีค่าสูงเกินกว่าค่าที่ DAQ Card สามารถรับได้ (เกินกว่า $\pm 10V$) จึงจำเป็นต้องป้อนผ่านวงจรลดทอนสัญญาณ (Attenuation circuit) เพื่อให้สัญญาณมีค่าอยู่ในช่วง 0-5V ซึ่งอยู่ช่วงที่ DAQ card สามารถใช้งานได้



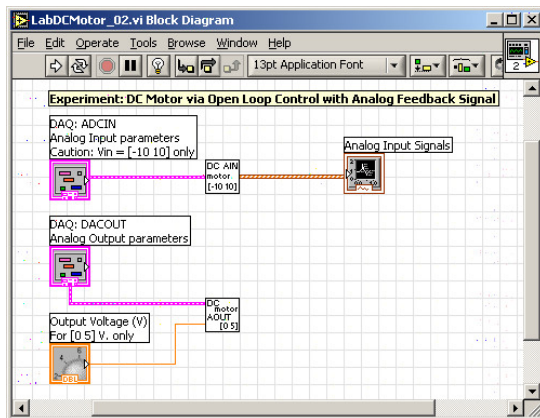
รูปที่ 20 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเปิดและสัญญาณอนาล็อกป้อนกลับจาก Tachogenerator

วิธีการทดลอง

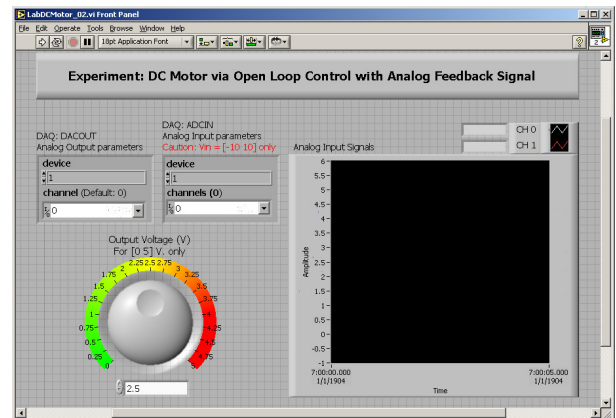
โปรแกรมที่ใช้ในการทดลองนี้จะใช้ช่องสัญญาณ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ใช้ช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต (DACOUT) ตามการทดลองที่ 1 (DCMotorLab1.vi) เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ และส่วนที่ 2 ใช้ช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต (ADCIN) เพื่อวัดสัญญาณอนาล็อกที่จ่ายออกมาจาก Tachogenerator ซึ่งสามารถใช้วัดความเร็วของมอเตอร์ โปรแกรมที่ใช้มีขั้นตอนการเขียนดังนี้

1. เปิดโปรแกรม DCmotorlab1.vi
 - 1.1 ไปหน้าต่าง Block diagram จาก Functions palette ให้เลือก Select a VI จะมี Sub-menu ปรากฏขึ้นดังรูปที่ 3 ให้เลือก Folder ที่มีตัวโปรแกรม LabVIEW ที่ต้องการใช้งาน พร้อมทั้งเลือกตัว โปรแกรมหรือ VI ที่ต้องการใช้งาน (ให้เลือก FnDCMotorAIN.vi) และวางลงบนหน้าต่าง Block diagram

- 1.2 เลือก Wiring tool จาก Tools palette ถ้าหากไม่ปรากฏ Tools palette ไปที่ Pull-down menu ให้เลือก Windows>>Show Tools Palette ให้เลื่อนตัว wiring tool ไปที่ Analog output parameters ของ FnDCMotorAOUT.vi เส้นที่บดและรายละเอียดของช่องสัญญาณจะปรากฏขึ้น
- 1.3 เมื่อเลื่อน wiring tool ไปที่ตำแหน่งของ Analog input parameters จากนั้นให้กดปุ่มขวาของเมาส์ (right-click) จะทำให้เมนูคำสั่งปรากฏขึ้น ให้เลือก Create Control โดยส่วนของ Control ที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้จะปรากฏที่หน้าต่าง Front panel
- 1.4 ให้เลื่อน wiring tool ไปที่ตำแหน่งของ Output voltage ให้กดปุ่มขวาของเมาส์ จากนั้นเลือก Create Control โดยส่วนของ Control จะปรากฏที่หน้าต่าง Front panel
- 1.5 ให้ใช้ wiring tool เชื่อมต่อช่องสัญญาณต่าง ๆ ให้ครบ ดังรูปที่ 14(ก)
- 1.6 ไปที่หน้าต่าง Front panel และจัดตัวควบคุมต่าง ๆ รวมทั้งกราฟให้ใช้งานได้ง่ายหรือตามรูปที่ 14(ข)
- 1.7 จัดเก็บ โปรแกรมที่สร้าง (เช่น DCMotorLab2.vi)



(ก) Block diagram ของการทดลองที่ 2




(ข) Front panel ของการทดลองที่ 2

รูปที่ 21 โปรแกรม LabVIEW สำหรับการทดลองที่ 2

2. การเชื่อมต่อช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตของ DAQ system
 - 2.1 ตรวจสอบช่องสัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต DACOUT ของ DAQ system ที่ต่อไปยังชุดการทดลองตามการทดลองที่ 1.3 (รูปที่)
 - 2.2 ตรวจสอบช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุต ที่ช่องสัญญาณ 0 และ 1 (ADCIN0 และ ADCIN1) ของ DAQ system จากคู่มือ สายสัญญาณ DACOUT0 ที่ต่อไปยังชุดควบคุมมอเตอร์ให้ต่อไปยังช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตที่ช่องสัญญาณ 0 (ADCIN0) และ สายสัญญาณจาก Tachogenerator ให้ต่อ ไปยังช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตที่ช่องสัญญาณ 1 (ADCIN1)

(ข้อควรระวัง: ให้ตรวจสอบความถูกต้องของช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตและเอาต์พุตของ DAQ system ที่ต้องการใช้งานจากคู่มือก่อนการการใช้งานจริง และสัญญาณที่ใช้งานต้องมีค่าไม่เกิน 10V)

3. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม LabVIEW
 - 3.1 เริ่มต้น โปรแกรม DCMotorLab2.vi

- 3.2 ตรวจสอบค่าเริ่มต้นที่ตัวควบคุมต่าง ๆ ของช่องสัญญาณอนาล็อกอินพุตและเอาต์พุต ที่หน้าต่าง Front panel คือ Device มีค่าเป็น 0 หรือ 1 (ขึ้นอยู่กับ DAQ card); Channel มีค่าเป็น "0,1" และ Output Voltage ที่ช่อง DACOUT0 มีค่าเป็น 2.5V
- 3.3 สั่งการทำงานโดยกดปุ่มการทำงานแบบต่อเนื่อง 
4. บันทึกสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่วัดได้ตามตารางที่ 4 พร้อมทั้งคำนวณหาค่าความเร็วรอบของมอเตอร์
5. วาดกราฟระหว่างแรงดัน V_{out} และ ความเร็วรอบมอเตอร์ (RPM) พร้อมทั้งหาความชันของกราฟ

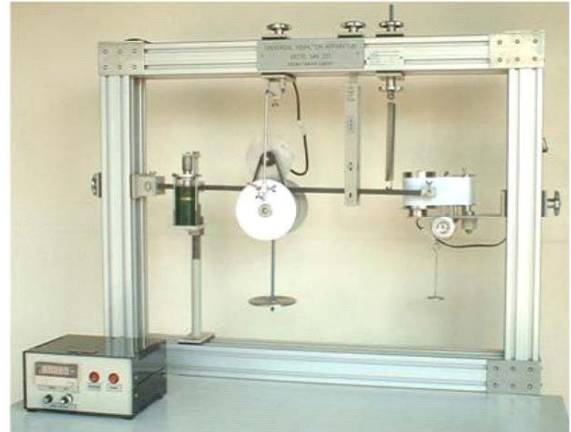
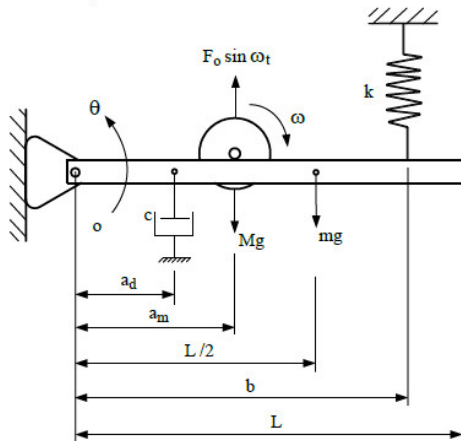
ผลการทดลอง

ตารางที่ 4 สัญญาณอนาล็อกอินพุตและความเร็วของมอเตอร์

| แรงดัน DACOUT (V) | V_{in} (V) | V_{out} (V) | ความเร็วรอบมอเตอร์ | |
|----------------------|-----------------|------------------|--------------------|-----|
| | | | RPS | RPM |
| -5.00 | | | | |
| -4.00 | | | | |
| -3.00 | | | | |
| -2.00 | | | | |
| -1.00 | | | | |
| 0.00 | | | | |
| 1.00 | | | | |
| 2.00 | | | | |
| 3.00 | | | | |
| 4.00 | | | | |
| 5.00 | | | | |

การทดลองที่ 19
การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีการหน่วง (Force Vibration with Damper)

1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 1 การทดลองการสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีการหน่วง (Force vibration apparatus)

เมื่อหาค่าโมเมนต์รอบจุด O:

$$I_0 \ddot{\theta} + ca_d^2 \dot{\theta} + kb^2 \theta = a_m F_0 \sin \omega t$$

สมการการเคลื่อนที่เป็นไปตามสมการ

$$\ddot{\theta} + (ca_d^2/I_0) \dot{\theta} + (kb^2/I_0) \theta = (a_m F_0/I_0) \sin \omega t \quad (1)$$

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการทั่วไปได้เป็น

เมื่อ $\omega_n = \sqrt{(kb^2)/I_0}$ (2)

$$\varepsilon = (ca_d^2)/(2I_0 \omega_n) \quad (3)$$

$$f_0 = (a_m F_0)/I_0 \quad (4)$$

$$\ddot{\theta} + 2\varepsilon \omega_n \dot{\theta} + \omega_n^2 \theta = f_0 \sin \omega t \quad (5)$$

สามารถแก้สมการได้เป็น:

$$\theta = \theta_{max} \sin(\omega t - \phi) \quad (6)$$

เมื่อ

$$\theta_{max} = f_0 / \sqrt{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\varepsilon \omega_n \omega)^2} \quad (7)$$

$$\tan \phi = (2\varepsilon \omega_n \omega) / (\omega_n^2 - \omega^2) \quad (8)$$

ค่า Dynamic Magnifier เป็นไปตามสมการ: $D_m = \theta_{max} / \theta_0$ (9)

เมื่อ θ_0 = ค่ามุมที่มีการเปลี่ยนแปลง (Static angular displacement) ไปของคานเนื่องจากการกระทำของแรงคงที่ (F_0).

$$\theta_0 = F_0 a_m / kb^2 \quad (9A)$$

$$\theta_{max} = X_{max} / L \quad (9B)$$

เมื่อ X_{max} เป็นค่าการแอ่นตัวสูงสุด (the maximum deflection) ที่ปลายคาน เป็นค่าที่อ่านได้จากเครื่องบันทึกค่าการสั่นสะเทือน

พิจารณาอัตราส่วนความถี่ (frequency ratio): $r = \omega/\omega_n$ (10)

ω_n = ค่าความถี่ธรรมชาติกรณีไม่มีความหน่วง (Undamped natural frequency)

ω = ค่าความถี่ของแรงกระทำ (Driving force frequency) หรือค่าความเร็วเชิงมุมของ unbalanced discs.

อย่างไรก็ตามอัตราส่วนความถี่ระหว่างแผ่น disc และมอเตอร์ มีค่าเท่ากับ 22: 72

ดังนั้น $\omega = ((n/60)2\pi)(22/72)$ เมื่อ n เป็นความเร็วรอบในหน่วย rpm

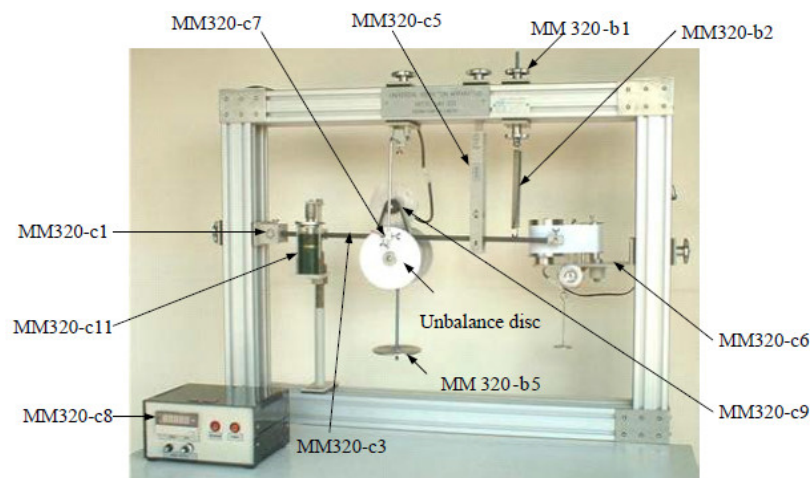
ดังนั้นสมการที่ (7) และ (8) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปอย่างง่ายได้เป็น

$$D_m = \theta_{max}/\theta_0 = (\theta_{max}\omega_n^2)/f_0 = 1/\sqrt{(1-r^2)^2 + (2\epsilon r)^2} \quad (11)$$

$$\phi = \tan^{-1}((2\epsilon r)/(1-r^2)) \quad (12)$$

รูปที่ 10-4 เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง D_m และ r ส่วนรูปที่ 10-5 เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ϕ และ r

2. การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง (Apparatus Setup)



รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย

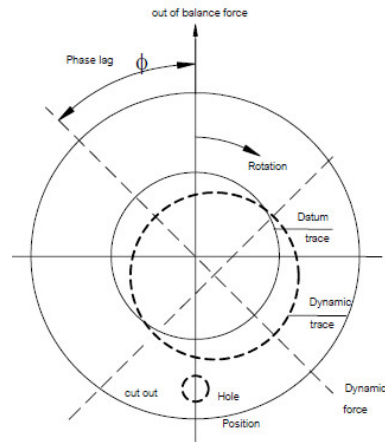
1. MM320-b1 แป้นแขวนสปริงติดคานบน ซึ่งมีตัวปรับสปริงให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้
2. MM320-b2 สปริง (Helical spring) 3 อัน ค่าคงที่สปริง (Spring Constant): 5, 10 และ 15 kg/cm (โดยประมาณ)
3. MM320-b5 เหล็กน้ำหนัก: ขนาด 2 กิโลกรัม 5 ก้อน, 0.4 กิโลกรัม 5 ก้อน
4. MM320-b6 ตลับเทพวัดความยาว
5. MM320-c1 Trunnion พร้อมบานพับแบบลูกปืนที่ปลายคานและยึดติดกับโครงแนวตั้ง

6. MM320-c3 คานเหล็ก: ขนาด 25 X 12 X 750 มม. (โดยประมาณ)
7. MM320-c5 ตัวประกอบคาน
8. MM320-c6 ตัวบันทึกข้อมูลรูปทรงกระบอก (Drum recorder) และปากกา ความเร็วรอบของกระดาศ 2 ซ.ม. / วินาที (โดยประมาณ)
9. M320-c7 ตัวบันทึกข้อมูลแบบจานกลมพร้อมปากกา และตัวยึดจับสำหรับการสั่นสะเทือนแบบ บังคับที่มีตัวหน่วง
10. MM320-c8 ตัวควบคุมความเร็ว และจอแสดงผล
11. MM320-c9 มอเตอร์กระตุ้นใช้สร้างแรงสั่นสะเทือน (exciter) ขนาด 30 วัตต์, 3000 รอบต่อนาที แผ่นจานกลมแบบไม่สมดุล 2 ตัวและสายพาน
12. MM320-c11 ตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (Damper) พร้อมขาตั้ง, สกรูปรับความหน่วง, ตัวยึดจับคาน ค่าคงที่ของตัวหน่วง (Damper constant): 5-15 Ns/m

3. ลำดับขั้นตอนในการทดลอง (Experiment Procedures)

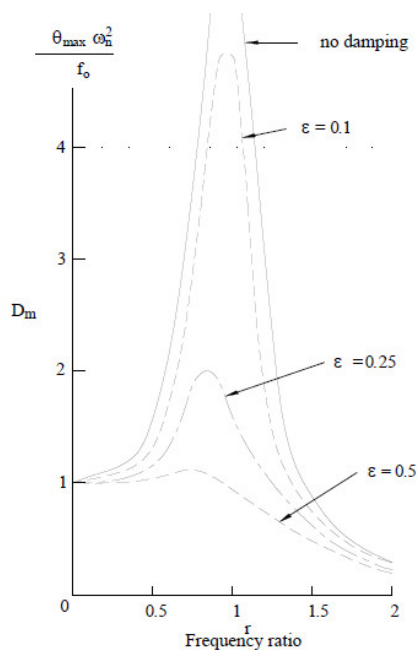
1. หาความถี่ธรรมชาติ ω_n ตามวิธีในการทดลองที่ 8 สมการ (4) และหาขนาดของการสั่นสะเทือนจากกระดานกราฟ โดยไม่ต้องต่อตัวหน่วงการสั่นสะเทือนเข้ากับคานของอุปกรณ์ทดลอง
2. ให้ต่อตัวหน่วงการสั่นสะเทือนเข้ากับคาน η ที่แรงหน่วงค่าหนึ่งนั้นให้ลากเส้นอ้างอิงไว้บนแผ่นจานกลมแบบไม่สมดุลนั้นโดยใช้ความเร็วที่ต่ำสุดของมอเตอร์ ให้ทำเครื่องหมายตำแหน่งของรูบนแผ่นจานกลมไว้ในแผ่นกระดาศ
3. เพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์จนกระทั่งมีระดับการสั่นสะเทือนที่พอเหมาะค่าหนึ่ง จากนั้นให้เขียนเส้นกราฟไดนามิกเส้นที่สองลงไปบนกระดาศที่ติดอยู่กับแผ่นจานกลม และให้เขียนเส้นกราฟลงบนตัวเขียนกราฟ (chart recorder) ซึ่งอยู่ที่ปลายคาน (เช่นเดียวกับการทดลองที่ 7) ให้ใช้ขนาดของแรงหน่วงเท่าเดิม เมื่อจะหาเส้นอ้างอิง (ตามข้อ 10.3.2) จะเขียนมุมเหลื่อม (phase angle) และหาขนาดการสั่นสะเทือน (ในการทดลองที่ 10.3.3)
4. ทำการทดลองที่ 10.3.3 ซ้ำโดยใช้ความเร็วอื่น ๆ ของมอเตอร์ (เช่น 500 rpm, 900 rpm) ที่มีความเร็วสูงกว่าและต่ำกว่าความเร็ววิกฤติ (นั่นก็คือมีค่า $r = 1$) ดังนั้นจึงเป็นเปลี่ยนแปลงค่า Dynamic Magnifier ภายในช่วงของความถี่ของระดับการหน่วงที่กำหนดให้ ในขณะเดียวกันก็จะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงของมุมเหลื่อมที่แปรค่าตามความถี่ที่ได้จากการขับของมอเตอร์มีค่าเข้าใกล้ความถี่ธรรมชาติของกรณีที่ไม่มีการหน่วงนั้นมุมเหลื่อมจะมีค่ามากกว่า 90° ที่ได้จากเส้นกราฟที่เขียนไว้บนกระดาศจะมีลักษณะคล้ายกับรูปที่ 10-3 เส้นไขปลาที่ได้จาก dynamic trace จะเลื่อนไปตามแกนของแรงที่ไม่สมดุลหรือแกนที่อ้างอิงถ้าหากไม่มี phase lag (นั่นคือมุม $f = 0$) phase lag นี้เกิดขึ้นจากการหน่วงเนื่องจากมีแรงหน่วงอื่นเข้ามาในระบบที่มีแรงไม่สมดุลอยู่แล้ว เส้นอ้างอิงและเส้นไดนามิก (dynamic trace) นี้จะตัดกันที่จุด 2 จุด และสามารถลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดทั้งสองนี้ ให้ลาก

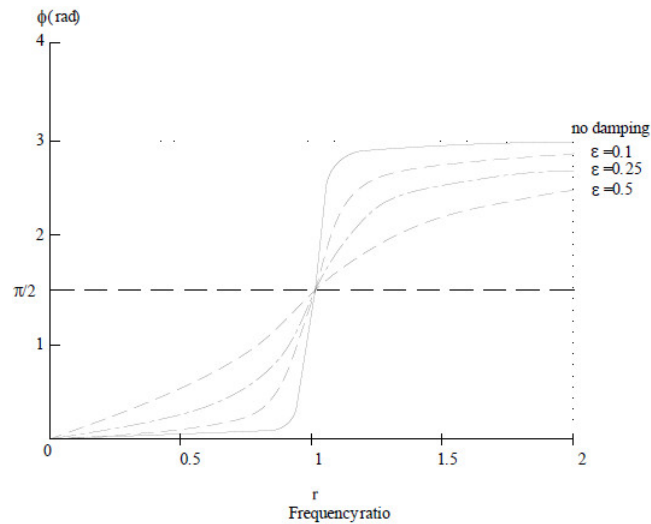
แกนของ dynamic trace ให้ตั้งฉากกับเส้นดังกล่าวนี้ และให้หามุมเหลื่อม f ให้หามุมเหลื่อม f ของความเร็วต่างๆ แล้วบันทึกไว้ในตาราง



รูปที่ 3

5. สร้างตารางบันทึกผลเป็น 2 ตาราง ตารางแรกสำหรับในกรณีที่ไม่มีการหน่วง ตารางที่สองสำหรับในกรณีที่มีการหน่วง ถ้าต้องการศึกษาถึงการหน่วงระดับอื่นๆ ก็จะต้องเพิ่มตารางให้มากขึ้น ในขณะที่สามารถหาค่ามุมที่มีการเปลี่ยนแปลง (Static angular displacement) จากสมการ (9A) ส่วน dynamic magnifier หาได้จากสมการ (11) ให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลของ Dynamic Magnifier กับค่า อัตราส่วนความถี่ r และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมเหลื่อม (Phase angle) กับอัตราส่วนของความถี่ r ของทั้งสองกรณี รูปที่ 10.4 และ 10.5 เป็นกราฟตัวอย่างที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่า D_m กับ r และค่า f กับ r ตามลำดับ

รูปที่ 4 กราฟของ D_m กับ r

รูปที่ 5 Phase lag ϕ กับ r

4. ตารางบันทึกผลการทดลอง

MM 320 UNIVERSAL VIBRATION APPARATUS

การทดลอง การสั่นสะเทือนแบบบังคับที่มีการหน่วง

ผู้ทำการทดลอง วันที่

ความแข็งของสปริง, $k = \dots\dots\dots$ ระยะห่างของมอเตอร์, $a_m = \dots\dots\dots$ มวลของคาน, $m_{\text{beam}} = \dots\dots\dots$ ระยะห่างของสปริง, $b = \dots\dots\dots$ มวลของมอเตอร์, $m_{\text{motor}} = \dots\dots\dots$ ความยาวของคาน, $L = \dots\dots\dots$

| ความเร็ว มอเตอร์ (rpm) | Disc speed, ω , (rad/s) | อัตราส่วน ความถี่, r ω/ω_n | แอมพลิจูด, X_{max} (mm) | ความกว้าง เชิงมุมแอมพลิจูด, θ_{max} (rad) | Phase lag, ϕ (degree) | ค่ามุมที่มีการ เปลี่ยนแปลง, θ_0 (rad) | Dynamic Magnifier, D_m |
|------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|---|-------------------------------|--|--------------------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

5. คำถามท้ายการทดลอง

1. จงวิเคราะห์ผลของความถี่มอเตอร์และแรงดันที่วัดได้ทางช่องสัญญาณอนาล็อก ADCIN0

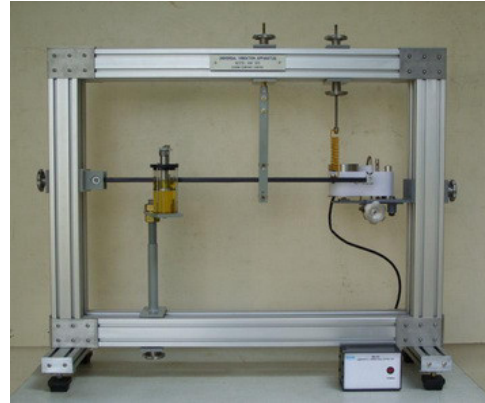
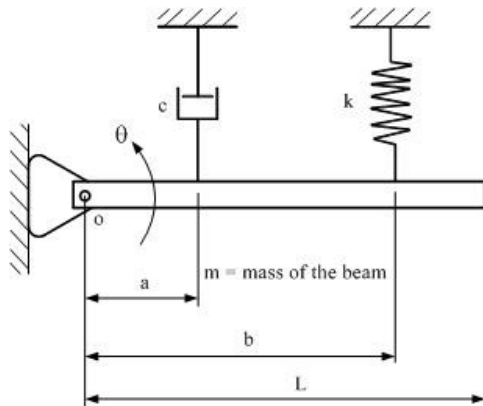
2. จงวิเคราะห์ค่าแรงดันและทิศทางการหมุนของมอเตอร์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3. จงวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงดันที่กำหนด DACOUT0 และแรงดันที่วัดได้ที่ช่องสัญญาณ V_{in} และ V_{out}

4. ถ้าหากว่าไม่รู้ค่าคงที่ k_g ของ Tachogenerator จงอธิบายวิธีการหาค่านี้มาพอสังเขป

การทดลองที่ 20
การสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free Vibration)

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 1 การทดลองการสั่นสะเทือนแบบอิสระ (Free vibration Apparatus)

สมการการเคลื่อนที่เป็นไปตามสมการ

$$I_0 \ddot{\theta} + (ca\dot{\theta})a + (kb\theta)b = 0$$

หากมีการจัดรูปแบบใหม่สามารถเขียนได้เป็น

$$\ddot{\theta} + A\dot{\theta} + B\theta = 0$$

เมื่อ

$$A = ca^2/I_0 \quad (1)$$

$$B = kb^2/I_0 \quad (2)$$

$$I_0 = mL^2/3 \quad (3)$$

สามารถแก้สมการได้เป็น:

$$\theta = Ce^{-(\frac{A}{2})t} (\cos \omega_d t + \phi)$$

เมื่อ

C = ค่าคงที่

ϕ = ค่าคงที่ (phase angle)

ω_d = ค่าความถี่ธรรมชาติของการสั่นสะเทือนที่มีความหน่วง

ดังนั้น

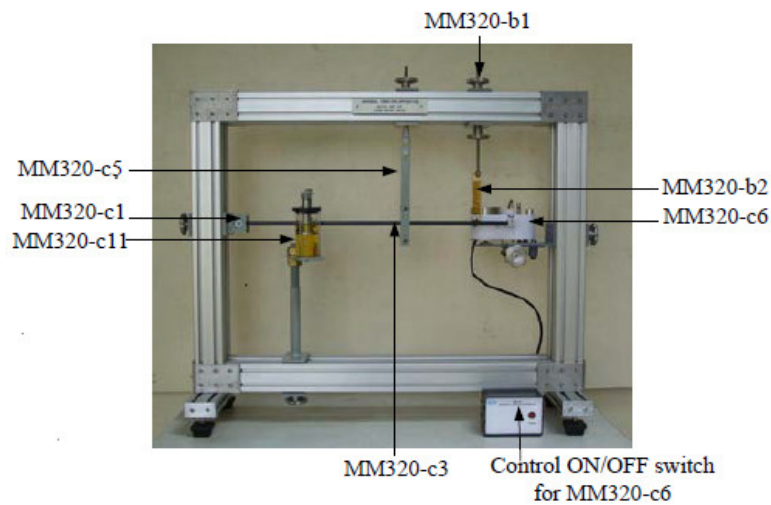
$$\omega_d = 2\pi/T \quad \text{เมื่อ } T \text{ เป็นคาบของการเคลื่อนที่}$$

ในการหาขนาดของการสั่นสะเทือนที่ค่อย ๆ ลดลง (Decaying amplitude) ของการแกว่งที่เกิดขึ้นติดต่อกัน 2 ครั้ง (2 consecutive oscillations) ของวัฏจักร n ใด ๆ เมื่อใส่ natural logarithmic ให้แก้หาค่าตอบแล้วก็ได้

$$\log_e \left(\frac{y_n}{y_{n+1}} \right) = \left(\frac{A}{2} \right) T \quad (4)$$

ดังนั้นจากการเขียนขนาดการสั่นสะเทือน (Amplitude) ที่เกิดขึ้นติดต่อกันมา 3 ครั้ง ลงบน equilibrium line ด้านเดียวกัน และนำสมการ (1), (2), (3) และ (4) มาใช้งานแล้วก็จะสามารถหาสัมประสิทธิ์การหน่วงการสั่นสะเทือน (damping coefficient), c ได้

2. การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง (Apparatus Setup)



รูปที่ 2 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย

1. MM320-b1 เป็นแขนสปริงติดคานบน ซึ่งมีตัวปรับสปริงให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้
2. MM320-b2 สปริง (Helical spring) 3 อัน ค่าคงที่สปริง (Spring Constant): 5, 10 และ 15 kg/cm (โดยประมาณ)
3. MM320-b6 ตลับเทปวัดความยาว
4. MM320-c1 Trunnion พร้อมบานพับแบบลูกปิ่นที่ปลายคานและยึดติดกับโครงแนวตั้ง
5. MM320-c3 คานเหล็ก: ขนาด 25 X 12 X 750 มม. (โดยประมาณ)
6. MM320-c5 ตัวประกอบคาน
7. MM320-c6 ตัวบันทึกข้อมูลรูปทรงกระบอก (Drum recorder) และปากกา ความเร็วรอบของกระดาษ 2 ซม. / วินาที (โดยประมาณ)
8. MM320-c11 ตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (Damper) พร้อมขาตั้ง, สกรูปรับความหน่วง, ตัวยึดจับคาน ค่าคงที่ของตัวหน่วง (Damper constant) = 5-15 Ns/m

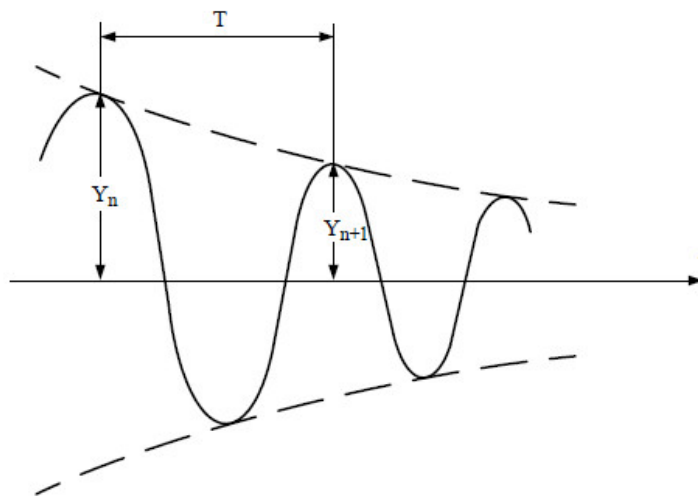
3 ลำดับขั้นตอนในการทดลอง (Experiment Procedures)

ต่อชุดบันทึกข้อมูลเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมความเร็วและปรับคานให้อยู่ในแนวระดับกับตัวจับสปริง นำชุดบันทึกข้อมูลมาต่อเข้ากับปากกาเพื่อให้ปลายปากกาต่อชนอยู่กับแผ่นกระดาษ

3.1 การติดตั้ง

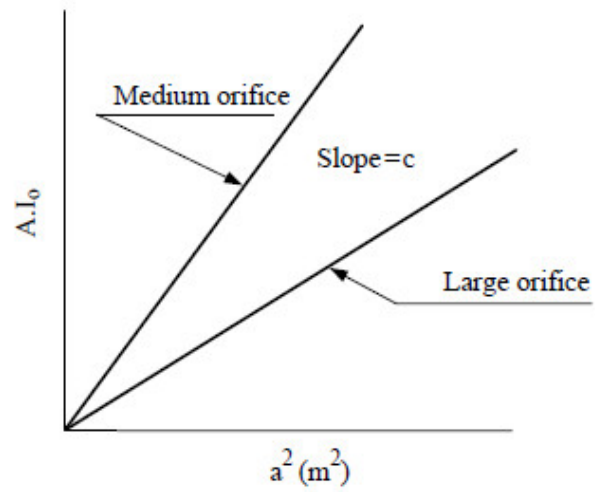
- ติดตั้งสปริงกับฐานแทนสำหรับติดตั้งสปริง
- ติดตั้งคานและอุปกรณ์รองรับคาน
- ต่อสปริงเข้ากับคาน

- ติดตั้งตัวหน่วงการสั่นสะเทือน (Dash Pot) เข้ากับคาน
- 3.2 วัดความเร็วของตัวบันทึกข้อมูลรูปทรงกระบอกจากความยาวของเส้นที่ลากลงบนตัวบันทึกข้อมูลรูปทรงกระบอกนั้นจนเป็นฐานะเส้นตรง โดยใช้นาฬิกาจับเวลาความเร็วดังกล่าวนี้สามารถตรวจสอบได้จากการสังเกตและนับระยะทางที่อยู่บนตัวบันทึกข้อมูลรูปทรงกระบอก
- 3.3 สร้างขนาดของการสั่นสะเทือนด้วยการดึงคานปลายด้านที่มีสปริงลงไปที่ด้านล่างเป็นระยะทางประมาณ 20 มม. แล้วปล่อยคานให้เป็นอิสระ
- 3.4 ในขณะที่พื้นที่ลูกสูบของตัวดูดซับการสั่นสะเทือนมีขนาดคงที่นั้น ให้ปรับแต่งระยะทาง a ให้มีขนาดต่างๆ กัน พร้อมกับเขียนกราฟแสดงขนาดของการสั่นสะเทือนที่ค่อย ๆ ลดขนาดลงเอาไว้ลงบนกระดาษกราฟสำหรับใช้บันทึกข้อมูล
- 3.5 ให้เปลี่ยนขนาดพื้นที่ลูกสูบของตัวดูดซับการสั่นสะเทือนไปที่ขนาดต่างๆ แล้วให้เขียนกราฟแสดงขนาดของการสั่นสะเทือนที่ค่อย ๆ ลดขนาดลง เอาไว้ลงบนกระดาษกราฟสำหรับใช้บันทึกข้อมูลของระยะทาง a ขนาดต่าง ๆ กัน
- 3.6 ให้ใช้เส้นกราฟที่เขียนได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การหน่วง (damping coefficient) c , จากสมการ (1) ถึง (4) แล้วทำตารางและเขียนกราฟจากผลที่คำนวณได้เฉพาะค่าที่ได้จากลูกสูบของตัวหน่วงการสั่นสะเทือนที่มีขนาดใหญ่สุดและเล็กสุดเท่านั้น



รูปที่ 10-3 กราฟแสดงการสั่นสะเทือนของคาน

ทำการตรวจสอบว่ากราฟที่แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง AI_0 มีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรงกับระยะทาง a^2



รูปที่ 10-4 กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่าง a^2 กับ AI_0

ตารางบันทึกผลการทดลอง

MM 320 UNIVERSAL VIBRATION APPARATUS

การทดลองที่ 10: การสั่นสะเทือนแบบอิสระ

ผู้ทำการทดลอง วันที่

พื้นที่ Orifice:

ระยะห่างของสปริง, b =m

น้ำหนัก, m =kg

ความยาว, L =m

| ระยะห่างของ Damper, a (m) | $\frac{y_n}{y_{n+1}}$ | $\log_e \left(\frac{y_n}{y_{n+1}} \right)$ | ระยะเวลา, T (s) | A s^{-1} | AI_0 $s^{-1} \text{ kg m}^2$ | ค่าสัมประสิทธิ์ของ Damping c (Ns/m or kg/s) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|-----------------|-----------------------------------|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

การทดลองที่ 21

การทดสอบความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำในการวัดด้วยเกอบล็อก

(Error and Accuracy Testing by Gauge Block)

วัตถุประสงค์

- เพื่อที่จะทำความเข้าใจกับความหมายของความไม่แน่นอนในการวัด ได้ชัดเจนและสะดวกในการประมาณค่า ผู้สอบเทียบควรรู้จักหรือคุ้นเคยกับคำที่เกี่ยวข้องบางคำซึ่งใคร่ขอนำมากล่าวถึงโดยสังเขป ดังนี้

1. **True Value (of Quantity) Value** ซึ่งแสดงถึงปริมาณที่กำหนดได้อย่างสมบูรณ์ภายใต้สภาพพิจารณาในขณะนั้น ๆ
2. **Conventional True Value (of Quantity) Value** ของปริมาณซึ่งสามารถใช้แทน True Value ได้ในจุดประสงค์ของการใช้งานนั้น ๆ
3. **การวัด (Measurement)** ชุดของการปฏิบัติงานที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหา Value
4. **Measurand** ปริมาณที่มีจุดประสงค์ที่จะทำการวัด
5. **Uncertainty of measurement** ช่วงของค่าที่ประมาณแล้วว่ามี True Value ของ Measurand อยู่
6. **Error (of Indication) of a Measuring Instrument** ค่าของเข็มชี้ของเครื่องมือวัด ลบด้วย (Conventional) True Value ของ Measurand
7. **Precision** ความสามารถในการวัดปริมาณเดิมที่จะได้ค่า ๆ เดิม
8. **Accuracy of Measurement** ความใกล้เคียงกันระหว่างผลของการวัด กับค่า (Conventional) True Value ของ Measurement
9. **Repeatability of Measurement** ความใกล้เคียงกันของผลการวัดปริมาณเดิม ภายใต้เงื่อนไขดังนี้
 - ใช้วิธีการวัดเดิม
 - ผู้ทำการวัดคนเดิม
 - เครื่องมือวัดเดิม
 - สถานที่ทำการวัดเดิม
 - การวัดซ้ำดำเนินการภายในช่วงเวลาสั้น ๆ
10. **Random Error** องค์ประกอบของความผิดพลาดของการวัดที่เมื่อทำการวัด Measurand ซ้ำแล้วได้ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปโดยมีลักษณะที่ไม่อาจคาดเดาได้
11. **Systematic Error** องค์ประกอบของความผิดพลาดของการวัดที่เมื่อทำการวัด Measurand ซ้ำแล้วความผิดพลาดนี้มีขนาดเดิมหรือเปลี่ยนไปในลักษณะที่คาดเดาได้

หลักการทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

สถิติเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการประมวลข้อมูล และสำหรับการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบสถิติถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ควรนำมากล่าวถึงในที่นี้ได้แก่

ความสำคัญของสถิติ ข้อมูลประชากรของการสอบเทียบเพื่อหาค่า (Value) ของปริมาณใด ๆ มีอยู่ไม่จำกัด (Infinite Population) ดังนั้นในทางปฏิบัติผู้ทำการสอบเทียบไม่สามารถหาข้อมูลของการวัดจากประชากรได้ จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลการวัดที่พอเหมาะกับความจำกัดด้านอื่น ๆ เช่น เวลา ค่าใช้จ่าย เป็นต้น การใช้ข้อมูลบางส่วนของประชากรซึ่งถือว่าเป็นตัวอย่างและเป็นตัวแทนของประชากรด้วยนั้น ถ้ามีหลักเกณฑ์และเหตุผลที่ชัดเจน ข้อมูลตัวอย่างนั้นก็จะสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้ สถิติจะเป็นส่วนหนึ่งช่วยอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวอย่างกับประชากรซึ่งนำไปสู่การวินิจฉัยคุณสมบัติต่าง ๆ ของประชากรได้

ประชากรและตัวอย่าง ในการดำเนินการทางสถิติจะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูล 2 ส่วนคือ

1. ประชากร คือ กลุ่มของข้อมูลที่เราสนใจต้องการทราบถึงคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ข้อมูลการสอบเทียบซึ่งได้จากการวัดในกรณีเช่นนี้จำนวนประชากรจะมีอยู่ไม่จำกัด ซึ่งถ้าสามารถวัดหาข้อมูลต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จะได้ค่าของประชากรที่ต้องการ ค่าที่ได้จากประชากรเรียกว่า ค่า Parameter โดยค่า Parameter ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้แก่

- ค่า Mean, μ
- Variance, σ^2
- Standard Deviation, σ

2. ตัวอย่าง คือ ส่วนหนึ่งของประชากรที่เลือกออกมาภายใต้เงื่อนไขที่เชื่อว่าข้อมูลของตัวอย่างที่ได้ออกมา นั้น จะสามารถทดแทนข้อมูลของประชากรได้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ ค่าต่าง ๆ ที่ได้จากตัวอย่างเรียกว่า ค่า Statistic โดยค่า Statistic ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้แก่

- ค่า Mean, \bar{x}
- Variance, S^2
- Standard Deviation, s

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวัดค่ากลาง (Measure of Tendency) เป็นการหาศูนย์กลางของการกระจายของข้อมูลทั้งนี้การหาค่าศูนย์กลางของการกระจายของข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบใช้การหาค่า Mean ในลักษณะของ Arithmetic Mean โดยมีการ Defined ไว้ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

การวัดค่าการกระจาย การวัดค่ากลางซึ่งเป็นการหาค่าศูนย์กลางของการกระจายดังกล่าวแล้วนั้น ไม่ได้เป็นการอธิบายถึงการกระจายของข้อมูลที่ได้จากการสอบเทียบซึ่งจะเป็นการอธิบายถึง Precision ของการวัด ทั้งนี้ข้อมูลการกระจายของการวัดดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นข้อมูลที่ควรต้องประมาณไว้ใน การแสดงการกระจายของข้อมูลมีวิธีการหาค่าการกระจายหลายวิธีได้แก่ Range, Variance, Standard Deviation ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดสำหรับงานสอบเทียบได้มีการนำ Standard Deviation มาใช้ในการหาค่าการกระจายทั้งนี้ Standard Deviation หาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

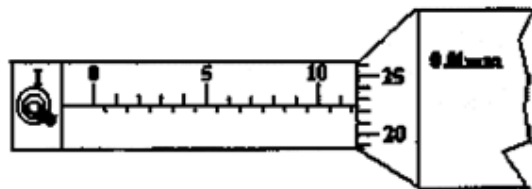
วิธีใช้ไมโครมิเตอร์

หมุนแกน G ให้แกนวัดลอยหลังเพื่อทำให้ปาก C – D เปิดกว้างกว่าขนาดของวัตถุเล็กน้อย แล้วนำวัตถุที่จะวัดขนาดไปไว้ระหว่างปาก C – D ให้ด้านหนึ่งชิดปากวัด C ไว้แล้วหมุนแกน G ให้ปากวัด D มาสัมผัสพอดีกับผิวด้านหนึ่งของวัตถุ โดยสังเกตจากเสียงกร๊กรเบา ๆ จากนั้นให้บิดปุ่ม 1 ไปทางซ้ายเพื่อ ตรึงแกนวัดไว้แล้วจึงอ่านค่าการวัดได้

การอ่านค่าการวัดบนสเกลไมโครมิเตอร์

เมื่อวัดขนาดของวัตถุอันหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 1.8

โดยที่ Least Count ของไมโครมิเตอร์ = 0.010 mm



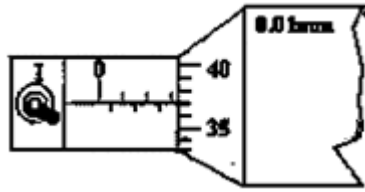
รูปที่ 1

- (1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 11.5 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
- (2) ซีดที่ 22.5 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนบนบนสเกลหลัก แล้วเอาตัวเลข 22.5 นี้คูณกับค่า

Least Count จะได้เป็นค่าเศษของมิลลิเมตร เป็น $22 \times 0.010 = 0.225 \text{ mm}$

- (3) นำค่าที่ได้จากข้อ (1) และข้อ (2) รวมกัน จะได้เป็นผลการวัดครั้งนี้ นั่นคือ

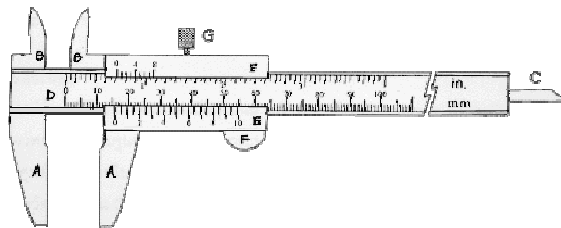
$$\text{ผลการวัด} = 11.500 \text{ mm} + 0.225 \text{ mm} = 11.725 \text{ mm}$$



รูปที่ 2. เป็นผลการวัดของวัตถุอีกอันหนึ่ง เมื่อ Least Count เป็น 0.010 mm

- (1) ขณะนี้ขอบของสเกลวงกลมอยู่ที่ตำแหน่งที่ 3.000 มิลลิเมตร เลยออกมาเล็กน้อยบนสเกลหลัก
- (2) จี๊ดที่ 37.0 ของสเกลวงกลมตรงกับแกนนอนของสเกลหลัก
คังนั้เศษของมิลลิเมตร = $37.0 \times 0.010 = 0.370$ mm
- (3) ผลการวัดครั้งนั้ = $3.000 + 0.370 = 3.370$ mm

เวอร์เนียร์คาลิเปอร์



รูปที่ 1. เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์

ส่วนประกอบที่สำคัญของเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ มีดังนี้

- ปากวัด A ใช้จับวัตถุที่ต้องการวัดขนาด เช่น ความหนา ความยาว เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอกของวัตถุ
- ปากวัด B ใช้วัดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของวัตถุ
- แกน C ใช้วัดความลึกของวัตถุ
- สเกลหลัก D เป็นสเกลที่เหมือนไม้บรรทัด เป็นสเกลที่อยู่กับที่ มักมี 2 หน่วยคือ เซนติเมตร (หรือ มิลลิเมตร) และนิ้ว
- สเกลเวอร์เนียร์ E เป็นสเกลที่ช่วยให้อ่านค่าได้ละเอียดขึ้น สเกลเวอร์เนียร์สามารถเลื่อนไป มาบนสเกลหลักได้
- ปุ่ม F ติดอยู่กับสเกลเวอร์เนียร์ ใช้สำหรับเลื่อนสเกลเวอร์เนียร์
- สกรู G ติดอยู่กับสเกลเวอร์เนียร์เช่นกัน ใช้ล็อกสเกลเวอร์เนียร์ให้ติดแน่นกับ สเกลหลัก ทำให้สเกลเวอร์เนียร์ไม่ขยับขณะอ่านค่าการวัด

ค่า least count

เวอร์เนียคาลิเปอร์ (หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เวอร์เนีย) มีหลายรุ่น แต่มีรูปร่างคล้ายกัน ที่แตกต่างกันคือความละเอียดของการวัด ซึ่งจะหาได้จากสเกลเวอร์เนีย ดังนี้

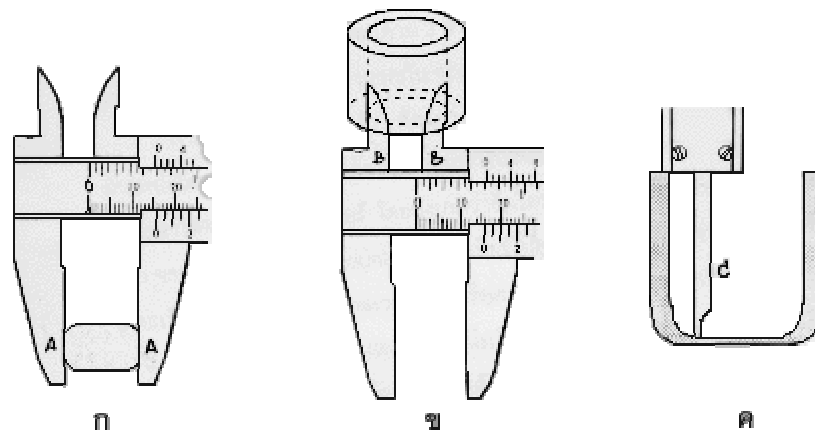
สมมติเวอร์เนียอันหนึ่งมีจำนวนช่องสเกลเวอร์เนียทั้งหมด n ช่อง เวอร์เนียอันนั้นจะอ่านค่าได้ละเอียด $1/n$ ของ 1 ช่องสเกลหลัก

ถ้าสเกลเวอร์เนียของเวอร์เนียอันหนึ่งมีจำนวนช่องเท่ากับ 20 ช่อง และ 1 ช่องสเกลหลักเท่ากับ 1 mm ดังนั้นเวอร์เนียอันนี้จะอ่านได้ละเอียด $1/20 \times 1\text{mm}$ เท่ากับ 0.05 mm ค่านี้เรียกว่า least count ของเวอร์เนีย ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดหรือค่าละเอียดที่สุดที่เวอร์เนียอันนั้นวัดได้

ค่า least count มักจะพิมพ์ติดอยู่ที่สเกลเวอร์เนีย ถ้าเวอร์เนียอันใดไม่มีค่า least count ผู้ใช้ต้องหาก่อนทำการวัดเสมอ

การใช้เวอร์เนีย

การใช้เวอร์เนีย เราสามารถใช้เวอร์เนียวัดขนาดของวัตถุในหลายลักษณะดังรูป 2 กล่าวคือ



รูปที่ 2. การใช้เวอร์เนียวัดขนาดวัตถุ

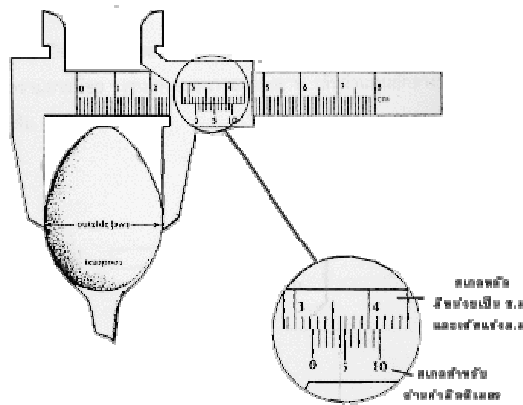
ในการวัดความยาวของแท่งวัตถุ เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก ทรงกลม ใช้ปากวัด A ดังรูป 2 ก.

ในการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของวงแหวน ทรงกระบอกกลวง ใช้ปากวัด B ดังรูป 2 ข.

ส่วนการวัดความลึกของวัตถุ ใช้แกน C ดังรูป 2 ค.

ในการวัดทุกครั้งจะต้องให้ชิ้นงานหรือวัตถุที่ถูกวัดและเวอร์เนียอยู่หนึ่ง ไม่เอนไปมา

การบันทึกค่าการวัด



รูปที่ 3. การบันทึกค่าการวัด

รูป 3 แสดงการใช้เวอร์เนียวัดขนาดของชิ้น ผู้ใช้ต้องหา least count ของเวอร์เนีย ดังนี้

- สเกลเวอร์เนียมีจำนวนช่องเท่ากับ 10 ช่อง
- สเกลหลัก 1 ช่อง เท่ากับ 1mm
- ดังนั้น ค่า least count เท่ากับ $1/10 \times 1 \text{ mm}$ เท่ากับ 0.1mm
- ค่าจากการวัดจะประกอบด้วย 2 ส่วนคือค่าที่อ่านได้จากสเกลหลักและค่าที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนีย นำค่าทั้งสองมาบวกกัน จะเป็นค่าที่อ่านได้

การอ่านค่าบนสเกลหลัก ต้องดูว่าขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียอยู่ตรงกับสเกลหลักที่ตำแหน่งใด บันทึกค่าที่อ่านได้จากสเกลหลักในหน่วยมิลลิเมตร โดยไม่พิจารณาเศษของมิลลิเมตร แต่จะหาได้จากสเกลเวอร์เนีย โดยสังเกตว่าขีดใดของสเกลเวอร์เนียอยู่ตรงกับขีดใดของสเกลหลัก จากนั้นเอา ค่า least count ของเวอร์เนีย ไปคูณกับขีดที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนีย ผลคูณที่ได้จะเป็นค่าที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนียหรือค่าเศษของมิลลิเมตรนั่นเอง

จากรูป 3 ขีดศูนย์ของสเกลเวอร์เนียอยู่เลขขีดที่ 32 mm บนสเกลหลักมาเล็กน้อยแต่ไม่ถึงขีดที่ 33 ดังนั้น ค่าที่อ่านได้จากสเกลหลัก คือ 32mm ส่วนที่สเกลเวอร์เนีย จะเห็นว่าขีดที่ 4 ของสเกลเวอร์เนียตรงกับขีดใดขีดหนึ่งบนสเกลหลัก ดังนั้นค่าที่อ่านได้จากสเกลเวอร์เนียหรือเศษของมิลลิเมตร ก็คือ $.01 \text{ mm} \times 4$ เท่ากับ 0.4mm นั่นคือค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียคือ $32.0\text{mm} + 0.4\text{mm}$ เท่ากับ 32.4

อุปกรณ์การทดลอง



1.เวอร์เนีย Digital



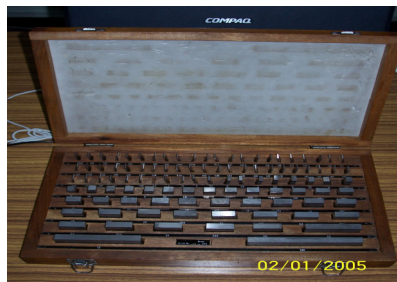
2.แท่นจับยึดไมโครมิเตอร์



3.ชิ้นงานทดลอง



4.ไมโครมิเตอร์



5.เกจบล็อก

ตารางบันทึกผลการทดลองและการคำนวณ

1 หาค่า เฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)ของอุปกรณ์ Micrometer เมื่อทำการวัด Gauge Box ที่มีความสูงจริงเท่ากับ.....mm

| No | ขนาดที่ Micrometer วัดได้ (mm) | (x - x) | (x - x) ² | หมายเหตุ |
|----|--------------------------------|---------|----------------------|----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| | | | | |

1.1 หาค่า เฉลี่ย (Mean) เท่ากับ

.....

.....

.....

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ

.....

.....

.....

1.3 ค่า Error

.....

.....

.....

2 หาค่า เฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)ของอุปกรณ์ เวอร์เนีย เมื่อทำการวัด Gauge Box ที่มีความสูงจริงเท่ากับ.....mm

| No | ขนาดที่ Micrometer วัดได้ (mm) | (x - \bar{x}) | (x - \bar{x}) ² | หมายเหตุ |
|----|-----------------------------------|------------------|-------------------------------|----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| | | | | |

2.1 หาค่า เฉลี่ย (Mean) เท่ากับ

.....

2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ

.....

2.3 ค่า Error

.....

3 หาค่า เฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)ของอุปกรณ์ Micrometer เมื่อทำการวัด
เพลลาแสดนเลสและเพลลาทองเหลือง

| No | กรณี Micrometer วัดเพลลาแสดนเลส | | | กรณี Micrometer วัดเพลลาทองเหลือง | | |
|-------|---|----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| | เส้นผ่าน ศูนย์กลาง | (x - x) | (x - x) ² | เส้นผ่าน ศูนย์กลาง | (x - x) | (x - x) ² |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 3.1.1 | หาค่า เฉลี่ย (Mean) เท่ากับ | ..... ..... ..... |  | 3.2.1 | หาค่า เฉลี่ย (Mean) เท่ากับ | ..... ..... ..... |
| 3.1.2 | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ | ..... ..... ..... ..... |  | 3.2.2 | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ | ..... ..... ..... ..... |
| 3.1.3 | ค่า Error | ..... ..... ..... |  | 3.2.3 | ค่า Error | ..... ..... ..... ..... |

4 หาค่า เฉลี่ย(Mean)และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)ของอุปกรณ์ เวอร์เนีย เมื่อทำการวัด
เพลลาแสดนเลสและเพลลาทองเหลือง

| No | กรณี Micrometer วัดเพลลาแสดนเลส | | | กรณี Micrometer วัดเพลลาทองเหลือง | | |
|-------|---|---|----------------------|-----------------------------------|---|---|
| | เส้นผ่าน ศูนย์กลาง | (x - x) | (x - x) ² | เส้นผ่าน ศูนย์กลาง | (x - x) | (x - x) ² |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| | | | | | | |
| 4.1.1 | หาค่า เฉลี่ย (Mean) เท่ากับ | ..... ..... ..... |  | 4.2.1 | หาค่า เฉลี่ย (Mean) เท่ากับ | ..... ..... ..... |
| 4.1.2 | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ | ..... ..... ..... ..... ..... |  | 4.2.2 | ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ | ..... ..... ..... ..... ..... |
| 4.1.3 | ค่า Error | ..... ..... ..... |  | 4.2.3 | ค่า Error | ..... ..... ..... ..... |

การทดลองที่ 22

การประเมินขนาดของปั้มน้ำ (Water Pump Size Evaluation)

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาหลักการและประเภทของปั้มน้ำ
- เข้าใจถึงการหาขนาดของปั้มน้ำ
- เข้าใจทฤษฎีของการไหลแบบต่างๆ

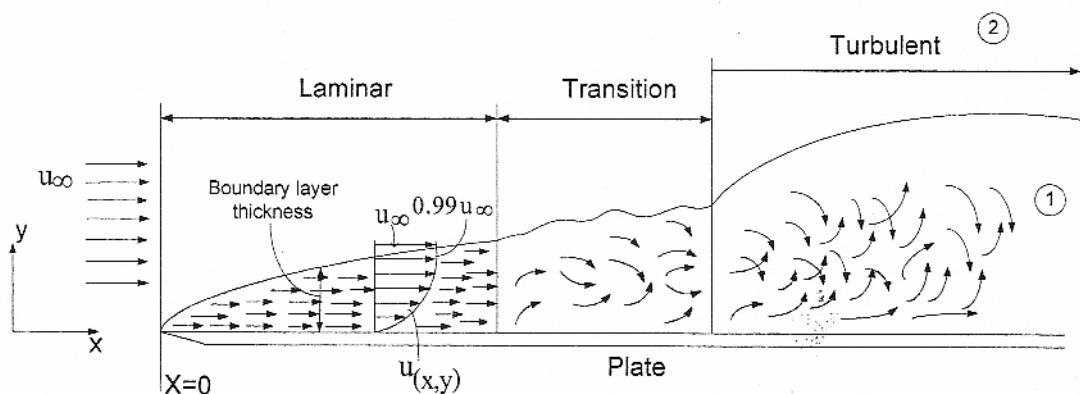
อุปกรณ์การทดลอง

- ใช้ชุดอุปกรณ์การทดลองการหาขนาดของปั้มน้ำ

ทฤษฎี

การไหลในท่อสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ การไหลลามินาร์และการไหลเทอร์บิวเลนต์ **การไหลลามินาร์ (laminar flow)** เป็นการไหลโดยที่อนุภาคของการไหลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงขนานกันไปคล้ายๆ กับการไหลเป็นชั้นๆ (laminae) ความเร็วของของไหลในชั้นที่อยู่ใกล้ๆ กันมีค่าไม่เท่ากัน, แต่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย

การไหลเทอร์บิวเลนต์ (turbulent flow) เป็นการไหลโดยที่อนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ไปอย่างไม่เป็นระเบียบ ความเร็วของอนุภาคของของไหลแตกต่างกันทั้งขนาดและทิศทาง สิ่งบ่งบอกได้อย่างแน่นอนก็คือ **เรย์โนลด์ส์นัมเบอร์ (Reynolds number)**



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของการไหลแบบ Laminar&Turbulent

$$\text{Re} = N_R = \frac{DV\rho}{\mu} = \frac{DV}{\nu} \quad (1)$$

เมื่อ $\text{Re} = N_R$ เป็นเรย์โนลด์นัมเบอร์ ไม่มีหน่วย

- D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ m
- V เป็นความเร็วเฉลี่ยในท่อ m/s
- ρ เป็นความหนาแน่นของของไหลในท่อ kg/m³
- μ เป็นความหนืดของของไหลในท่อ Pa.s
- ν เป็นความหนืดคิเนมาติกของของไหลในท่อ m²/s

ถ้าของไหลไม่ได้ไหลผ่านท่อกลม ก็ให้แทนค่า D ในสมการ ด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิก (Hydraulic diameter) ซึ่ง

$$Dh = \frac{4A}{P} \quad (2)$$

- เมื่อ D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง m
- A เป็นพื้นที่หน้าตัดที่ของไหลไหลผ่าน m²
- P คือความยาวของเส้นรอบหน้าตัดที่ของไหลไหลผ่าน เฉพาะบริเวณที่ของไหลสัมผัสกับผิวท่อ m

$$\text{Re} = 2,300$$

ถ้า N_R น้อยกว่า 2,300 ก็เป็นการไหลลามินาร์
แต่ถ้าสูงกว่า 4,000 ก็เป็นการไหลเทอร์บิวเลนต์

Bemoulli Equation

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \frac{fLV_2^2}{2Dg} + k \frac{V_2^2}{2g} \quad (3) \text{ หาขนาด pump สูตร ที่ 1}$$

เมื่อ

- p_1, p_2 = ความดัน ณ จุด 1 และ 2
- V_1, V_2 = ความเร็วเฉลี่ย ณ จุด 1 และ 2
- z_1, z_2 = ระดับความสูง ณ จุด 1 และ 2

การสูญเสียหลัก (major loss)

คือ การสูญเสียความดันที่เกิดขึ้นจากการไหลในท่อ เป็นผลมาจากความเสียดทานภายในท่อ

Darcy-Weisbach ได้ทำการทดลองหาค่า head loss พบว่า เมื่อเป็นการไหลเทอร์บิวเลนทีในท่อกลม ค่า head loss ที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ

$$h_L = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (4)$$

เมื่อ

f คือตัวประกอบความเสียดทาน ไม่มีหน่วย

L คือ ความยาวท่อตรง, m

v คือ ความเร็วของของไหล, m/s

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางท่อ, m

โดยค่า f แบ่งการหาออกเป็น 2 เงื่อนไขคือ

1. ถ้าเป็นการไหลเทอร์บิวเลนทีในท่อกลม หาจาก moody chart โดยใช้ค่า

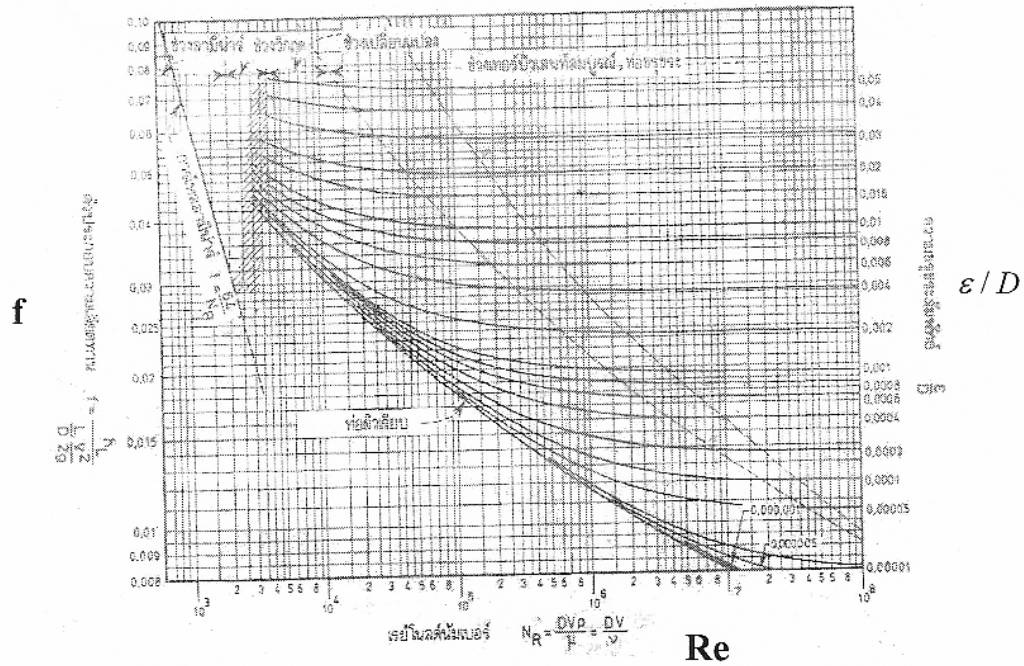
1.1 ความขรุขระสัมบูรณ์ของผนังท่อหารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ = ϵ/D

1.2 กับเรย์โนลด์นัมเบอร์ = Re

2. ถ้าเป็นการไหลลามินารีใช้สมการหา $f = 64 / \text{Re}$

ตาราง 5.1 ความขรุขระสัมบูรณ์ ของท่อใหม่

| ϵ | mm. |
|---|---------------|
| ท่อจากการรีด, ท่อทองเหลือง, ท่อตีบุก, หลอดแก้ว, ท่อคอนกรีต ที่หล่อโดยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง | 0.0015 |
| ท่อเหล็กกล้าหรือท่อเหล็กเหนียวในท้องตลาด | 0.046 |
| ท่อเหล็กกล้าที่ขึ้นรูปโดยการเชื่อม | 0.046 |
| ท่อเหล็กหล่อเคลือบด้วยยางมะตอย | 0.120 |
| ท่อเหล็กเคลือบสังกะสี | 0.150 |
| ท่อเหล็กหล่อ, ค่าเฉลี่ย | 0.250 |
| ท่อไม้ | 0.180 – 0.900 |
| ท่อคอนกรีต | 0.300 – 3.000 |
| riveted steel | 0.900 – 9.000 |



การสูญเสียรอง (minor losses)

การสูญเสียความดันที่เกิดขึ้นจากของไหลเกิดการไหลปั่นป่วน เช่น เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดการไหล ที่ข้อต่อ วาล์ว หรืออื่นๆ ซึ่งเป็นหารสูญเสียรอง

การสูญเสียรองหาได้จากสมการ

$$h_e = k_e \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

เมื่อ V เป็นความเร็วของของไหลในท่อ
 k_e เป็นตัวประกอบของการสูญเสียที่ทางออก

การสูญเสียในข้อต่อท่อ (Loss in pipe fitting)

head loss ภายในข้อต่อท่ออาจเขียนได้ในรูป $kV^2/2g$ เมื่อ V เป็นความเร็วในท่อที่ต่ออยู่กับข้อต่อ ค่า k ดูได้จากตาราง 5.5

ตาราง 5.5 ตัวประกอบของการสูญเสีย k ของข้อต่อท่อ

| ชนิดของข้อต่อ | k |
|---|------|
| Globe valve เปิดเต็มที่ | 10 |
| Angle valve เปิดเต็มที่ | 5 |
| ข้อโค้งกลับ (close return bend) | 2.2 |
| สามทาง (Tee) | 1.8 |
| ข้องอ 90 C (short-radius elbow) | 0.9 |
| ข้อโค้งรัศมีปานกลาง (medium-radius elbow) | 0.75 |
| ข้อโค้งรัศมียาว (long-radius elbow) | 0.60 |
| ข้องอ 45 C (45C elbow) | 0.42 |
| Gate valve เปิดเต็มที่ | 0.19 |
| ball valve | 10 |
| check valve | 5 |

ระบบท่อมีปั๊ม

ถ้าใช้ปั๊มหักของไหลจากที่เก็บแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ไม่เพียงแต่จะต้องทำงานในการยกของไหลขึ้นสูง เท่านั้น แต่ยังจะต้องเอาชนะความเสียดทานในท่อที่ปั๊มทำคือ ต้องยกของไหลขึ้นสูง ดังนั้นกำลังที่ปั๊มส่งให้กับของไหลคือ

$$W_p = \gamma Q (\Delta z + \Sigma h_L) \quad (6) \text{ หาขนาด pump สูตร ที่ 2}$$

$$\text{เมื่อ } \gamma = \rho g \quad (7)$$

ρ = ความหนาแน่นของของไหลเช่น น้ำมีความหนาแน่น 1,000 kg/m³

Q = อัตราการไหล (m³/s)

ΔZ = ความสูงของระดับของของไหลที่ต้องการยกขึ้น , m

Σh_L = ผลรวมของ head loss ทั้งสูญเสียหลักและ รอง

$$HP = QH / 3960\eta \quad (8) \text{ หาขนาด pump สูตร ที่ 3}$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหล (gpm)

H = $\Delta Z + \Sigma h_L$ (ft)

kW = $QH / 102\eta$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (lps) , H = (m.)

η = ประสิทธิภาพ pump (9) หาขนาด pump สูตร ที่ 4

วิธีการทดลอง

1. เปิด Valve จ่ายน้ำเข้าระบบ
2. วัดความยาวและขนาดท่อ ลงในกระดาษ A4
3. บันทึกอัตราการไหลของน้ำ
4. จับเวลา

หนังสืออ้างอิง

-A.J.Stepanoff, "Flow Pumps Design and Application", John Wiley and Sons, Inc 1957

แบบฝึกหัด

ให้นักศึกษาคำนวณหากำลังปั๊ม ทั้ง 4 สมการ เพื่อส่งน้ำผ่านอุปกรณ์ในห้อง Lab ให้มีอัตราการไหล 1 L/s น้ำอุณหภูมิ 20 C มีค่า $\nu = 1.003(10^{-6}) \text{ m}^2/\text{s}$ ผ่านท่อน้ำผิวเรียบ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.05 m ยาว 10 m

ซึ่งในระบบท่อประกอบไปด้วย ข้อต่อ 45 $^{\circ}$ 2 ชิ้น ข้อต่อ 90 $^{\circ}$ 1 ชิ้น

Glove Valve 1 ชิ้น Ball Valve 1 ชิ้น Gate Valve 1 ชิ้น Check Valve 1 ชิ้น

วิธีทำ ความเร็วน้ำในท่อ $V = Q/A$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{1 \text{ L/s}}{0.0025 \text{ m}^2}$$

จากสมการ $Re = \frac{\rho V D}{\mu}$

$$= \frac{1000 \times 4 \times 0.05}{0.001003}$$

$$= 199600$$

ซึ่ง Re ที่ได้มากกว่า 2300 ดังนั้น ซึ่งเป็นการไหลเทอร์บิวเลนต์

เป็นการไหลเทอร์บิวเลนต์ หา f จาก moody chart

จากตาราง 5.1 ท่อเหล็กกล้า มีค่า $\epsilon = 0.045 \text{ mm}$

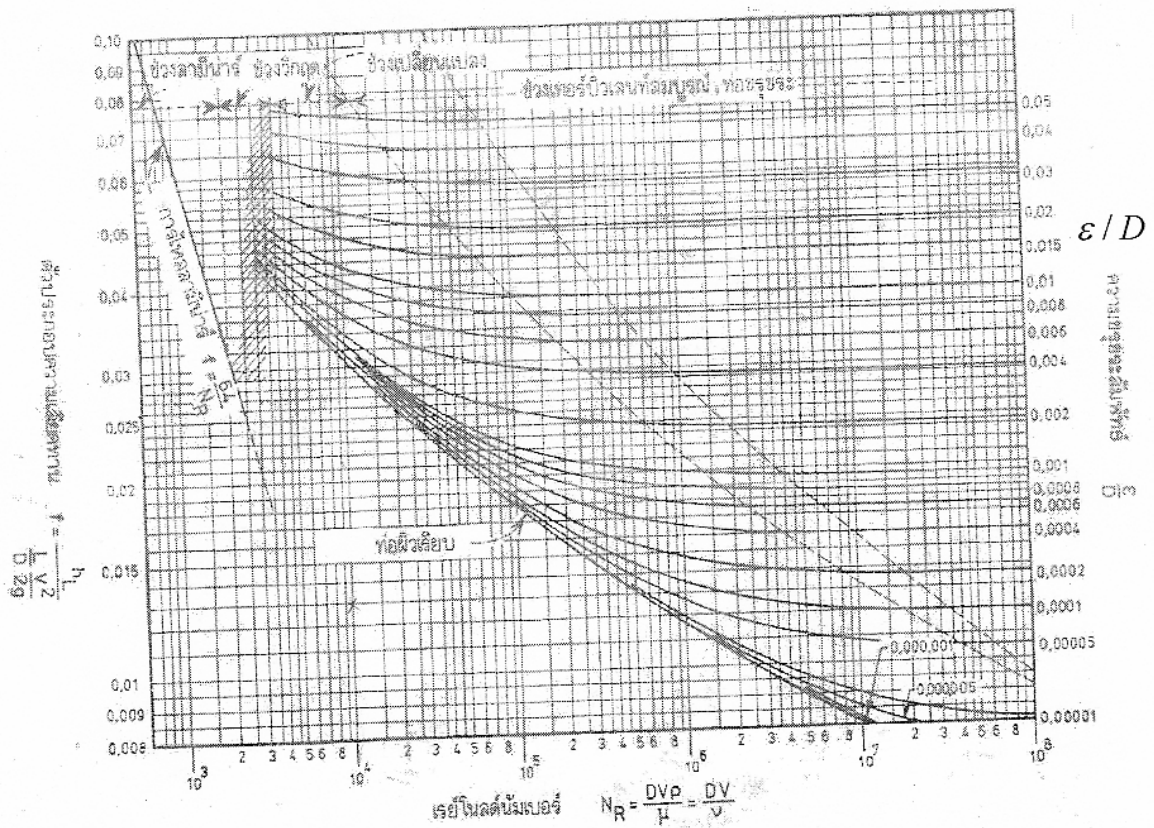
$$D = 0.05 \text{ m}$$

$$\epsilon/D = 0.0009$$

$$= 0.0009$$

และจาก $Re = 199600$

อ่านค่าตัวประกอบความเสียดทาน ได้



Bernulli Equation

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \frac{fLV_2^2}{2Dg} + k \frac{V_2^2}{2g}$$

เมื่อ

p_1, p_2 = ความดัน ณ จุด 1 และ 2

V_1, V_2 = ความเร็วเฉลี่ย ณ จุด 1 และ 2

z_1, z_2 = ระดับความสูง ณ จุด 1 และ 2

ประกอบด้วย head loss ที่ทางออก เนื่องจากความเสียดทานภายในท่อ ที่ข้อสามอัน ที่ globe valve หนึ่งอัน และที่ทางเข้า

กำลังที่ปั๊มส่งให้กับของไหลคือ

$$W = \gamma Q H$$

$$\gamma = \rho g$$

เมื่อ $W =$

$$W =$$

ดังนั้นใช้ปั๊มขนาด =

$$HP = QH / 3960$$

เมื่อ

$$Q = \text{อัตราการไหล (g/m)}$$

$$H = \Delta Z + \Sigma h_L$$

$$kW = QH / 102\eta$$

เมื่อ

$$Q = \text{อัตราการไหล (l/s)}$$

$$\eta = \text{ประสิทธิภาพ pump}$$

การทดลองที่ 23

ระบบเบรกและส่วนประกอบ (Brake System and Components)

วัตถุประสงค์

เนื้อหาสาระสำคัญ:

ศึกษาถึงการทำงานของระบบเบรกไฮดรอลิกส์แบบดรัมเบรก และดิสก์เบรก การกำหนดหาแรงกดและความดันเบรกแบบดิสก์เบรก และระยะทางของการเบรก

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ:

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจระบบเบรกไฮดรอลิกส์
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจระบบเบรกแบบดรัมเบรกและแบบดิสก์เบรก
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการคำนวณหาแรงกดและความดันเบรกแบบดิสก์เบรก
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในการคำนวณหาระยะทางการเบรก

ทฤษฎี

ระบบเบรก เป็นอุปกรณ์ทางกลที่ใช้ยับยั้งการเคลื่อนที่ ซึ่งมีการทำงานตรงกันข้ามกับคลัตช์ เบรกส่วนใหญ่จะใช้กับยานพาหนะต่างๆ เบรกอาศัยการใช้ความเสียดทานที่เป็นพลังงานจลน์แล้วเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

ปกติเบรกจะติดตั้งกับเพลาหมุนหรือล้อ เช่น รถแข่งลากเลื่อนที่มีทั้งระบบเบรกที่ล้อและร่มชูชีพหรือเครื่องบินที่มีทั้งระบบเบรกที่ล้อ และการงอปลายปีกขึ้นไปในอากาศระหว่างลงจอดบนพื้นดิน เพื่อช่วยในการเบรกให้เครื่องบินหยุดเร็วขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 12-1 และ 12-2

เบรกของรถยนต์จะเกิดความร้อนจากการเบรกในดรัมเบรกหรือดิสก์เบรก แล้วถ่ายเทความร้อนไปให้กับอากาศ ในการขับรถลงเขา เรามักจะใช้เบรกตามปกติแต่จะใช้ระบบเกียร์เป็นเกียร์ 1 เพื่อให้เครื่องยนต์ช่วยเป็นตัวเบรกที่เรียกว่า เอนจินเบรก (Engine Brake)

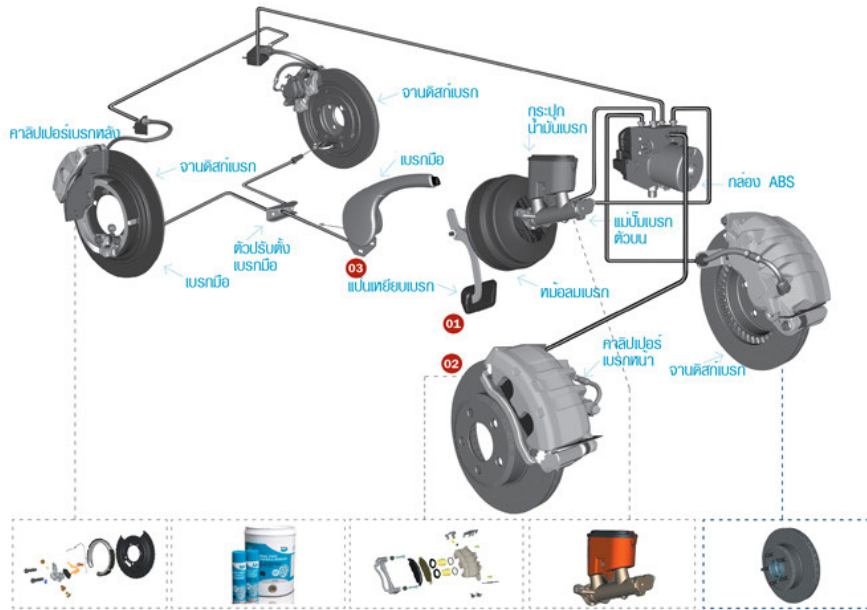


รูปที่ 12-1 การใช้ร่มชูชีพ ซึ่งใช้แรงเสียดทานในของไหลช่วยในการเบรกขณะลงจอดของกระสวยอวกาศ



รูปที่ 12-2 การงอปลายปีกเครื่องบินลงไปในอากาศระหว่างจะลงจอดบนพื้นดิน เพื่อช่วยในการเบรกเครื่องบินหยุดเร็วขึ้น

ระบบเบรก (Brake System) ที่ใช้ในการชะลอตัวลงหรือหยุดพาหนะหรือเครื่องมืออุปกรณ์ โดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ไปเป็นความร้อนด้วยระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งเป็นระบบที่ใช้งานกันมากที่สุด ปกติจะประกอบด้วย ขาเหยียบเบรก อุปกรณ์เพิ่มแรงเบรก (เซอร์โวลูญูญากาศ) แม่ปั้มเบรก วาล์วควบคุม และ อุปกรณ์เบรกที่ล้อซึ่งยังแบ่งออกเป็นคัมเบรกและดิสก์เบรก ดังแสดงในรูปที่ 12-3

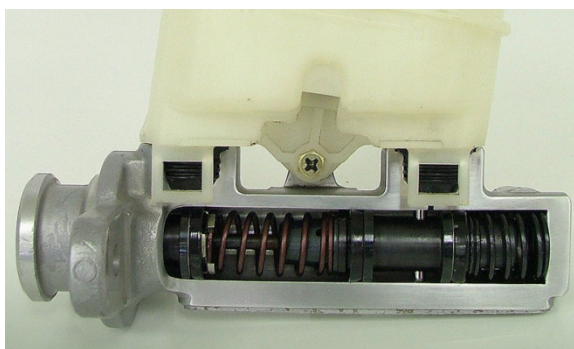


รูปที่ 12-3 ระบบและส่วนประกอบของระบบเบรก

แม่ปั๊มเบรก (Master Cylinder)

แม่ปั๊มเบรก เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่เปลี่ยนแรงดันจากเท้าเหยียบที่แป้นเหยียบไปเป็นความดันไฮดรอลิก เพื่อที่จะเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ปลายของระบบไฮดรอลิกได้แก่ กระบอกสูบที่ล้อ เป็นต้น

หลักการทำงาน เมื่อเหยียบเบรก ลูกสูบที่แม่ปั๊มเบรกจะถูกดันเคลื่อนที่ไปตามรูของแม่ปั๊มเบรก ทำให้น้ำมันไฮดรอลิกเกิดความดันสูงไปดันลูกสูบของกระบอกเบรกที่ล้อ แต่โดยที่มีความแตกต่างกันระหว่างขนาดของแม่ปั๊มเบรกและกระบอกเบรกที่ล้อ ทำให้เกิดความดันจำนวนมากกระทำที่ลูกสูบเบรกที่ล้อ จึงสามารถดันผ้าเบรกออกด้วยความดันสูง ทำให้รถยนต์สามารถชะลอตัวลงหรือหยุดได้ ดังแสดงในรูปที่ 12-4 และ 12-5



รูปที่ 12-4 แม่ปั๊มเบรก



รูปที่ 12-5 แม่ปั้มเบรกและหม้อลมช่วยเพิ่มแรงเบรก

เบรกแบบคัมเบรก (Drum Brake)

เบรกแบบคัมเบรก เป็นเบรกแรงเสียดทาน ซึ่งเกิดจากชุดของขาเบรกและผ้าเบรกที่กดลงไปที่พื้นผิวด้านในของคัมเบรกที่กำลังหมุน โดยชุดคัมเบรกจะเชื่อมต่อกับคัมล้อและหมุนไปกับล้อ คำว่า คัมเบรก หมายถึง เบรกซึ่งกดลงไปที่พื้นผิวด้านในของคัม และถ้าขาเบรกถูกกดลงไปที่พื้นผิวด้านนอกของคัมจะเรียกว่า เบรกกำมปู (Clasp Brake) คัมเบรกจะถูกกดอัดระหว่างขาเบรก 2 อัน คล้ายกับแบบดิสก์เบรก ดังแสดงในรูปที่ 12-6



รูปที่ 12-6 เบรกกำมปูใช้เบรกล้อรถไฟ

ส่วนประกอบของคัมเบรก คัมเบรกจะมีส่วนประกอบจำนวนมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของยานพาหนะและการใช้งาน ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของคัมเบรก ได้แก่ แผ่นหลัง คัมเบรก กระบอขาเบรก ขาเบรกหรือผ้าเบรก สปริง และสลัก

1. แผ่นหลัง (Back Plate) แผ่นหลังทำหน้าที่เป็นฐานยึดส่วนประกอบทั้งหมดของคัมเบรก โดยจะยึดติดกับเพลลา และอยู่ในรูปแบบพื้นผิวที่มันคงสำหรับยึดกระบอกเบรก ขาเบรก และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ ซึ่งการทำงานของระบบเบรกทั้งหมดจะกระทำบนแผ่นหลังนี้ มันจึงต้องมีความแข็งแรงมากและทนต่อการสึกหรอและการฉีกขาด หรือการกัดกร่อน

2. คัมเบรก (Brake Drum) คัมเบรกโดยทั่วไป จะทำจากเหล็กหล่อชนิดพิเศษในตำแหน่งที่ใกล้ชิดกับขาเบรก โดยที่ยังไม่มีการสัมผัสกับขาเบรก และหมุนไปกับล้อรถยนต์และเพลลา เป็นพื้นผิวผนังด้านในของคัมที่รับแรงกดที่มีความร้อนจากแรงเสียดทานสูงถึง 600°F คัมเบรกจึงต้องมีสมบัติ มีความสมดุลอย่างถูกต้อง มีความแข็งแรง ทนต่อการสึกหรอ นำความร้อนได้ดี และมีน้ำหนักเบา ดังแสดงในรูปที่ 12-7



รูปที่ 12-7 คัมเบรกรถยนต์

3. กระบอกเบรกที่ล้อ (Wheel Cylinder) กระบอกเบรกที่ประกอบด้วย ลูกสูบ สปริงรับแรงอัด ฝาครอบกันฝุ่น สกรูไล่ลม และรูท่อน้ำมันไฮดรอลิกส์ ล้อรถยนต์แต่ละล้อจะมีแต่กระบอก โดยมียูกสูบ 2 ลูกกระทำกับขาเบรก เมื่อความดันไฮดรอลิกส์จากแม่ปั๊มเบรกกระทำกับลูกสูบกระบอกเบรกที่ล้อ ลูกสูบจะผลักดันออกไปยังขาเบรกด้วยแรงดันที่ชนะคัมเบรก เมื่อไม่ได้ใช้เบรกลูกสูบจะดันกลับไปยังตำแหน่งเดิมโดยแรงดันของขาเบรกด้วยสปริงดัน ดังแสดงในรูปที่ 12-8



รูปที่ 12-8 กระบอกเบรกที่ล้อ

4. ขาเบรก (Brake Shoes) ปกติจะมีขาเบรก 2 อัน มีรูปทรงแบบพระจันทร์เสี้ยว ทำจากแผ่นเหล็กกล้า 2 ชิ้นขึ้นรูปแล้วเชื่อมติดกัน วัสดุเสียดทานหรือผ้าเบรกจะถูกแนบติดขาเบรกด้วยกาวหรือหมุดยึดตรงส่วนที่เรียกว่า ครีป จะมีรูและร่องสำหรับติดตั้งสปริงดึงกลับ เครื่องยึดตั้งชุดเบรกให้อยู่กับที่ ก้านต่อ

เบรกมือ และอุปกรณ์ปรับตัวเอง แรงทั้งหมดที่กระทำกับกระบอกเบรกที่ล้อจะถูกส่งผ่านไปทางครีป และไปดันคัมเบรกจนคัมเบรกหยุดการหมุน ดังแสดงในรูปที่ 12-9



รูปที่ 12-9 ขาเบรกรถยนต์

5. ผ้าเบรก จะต้องทนต่อความร้อนและการสึกหรอ และมีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูง ค่าสัมประสิทธิ์นี้จะต้องไม่ได้รับผลกระทบที่เป็นไปได้โดยความผันแปรในอุณหภูมิและความชื้น วัสดุที่ใช้ผ้าเบรกรยังประกอบด้วย ตัวปรับเปลี่ยนแรงเสียดทาน มีโลหะผงเป็นตัวยึดประสานและเป็นตัวกรอง

ตัวปรับเปลี่ยนแรงเสียดทาน เช่น แกรไฟต์ สามารถปรับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน ผงโลหะ เช่น ตะกั่ว สังกะสี ทองเหลือง อะลูมิเนียม และโลหะอื่นๆ จะเพิ่มการกระจายความร้อน ตัวยึดประสานเป็นกาวที่ยึดวัสดุเสียดทานเข้าด้วยกัน ตัวกรองจะใส่เพิ่มเข้าไปในวัสดุเสียดทานในปริมาณเล็กน้อย เพื่อลดเสียงเบรก

6. สปริงยึดขาเบรกและสลักสปริงต่างๆ และส่วนประกอบต่างๆ ที่มาพร้อมกับคัมเบรก ได้แก่ แผ่นสปริง สลักคั้งกลับ สปริงคั้นกลับตัวล่าง สลักยึด และสปริงยึด

ชุดเบรก จะยึดอยู่กับแผ่นหลังโดยคลิปล็อกและสปริง สปริงยึดขาเบรกให้อยู่กับที่ใช้ในการเก็บรักษาขาเบรกให้อยู่ตำแหน่งสัมพันธ์กับแผ่นหลัง ระหว่างการทำงานของยานพาหนะที่จะช่วยให้ขาเบรกอยู่ในตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 12-10 และ 12-11



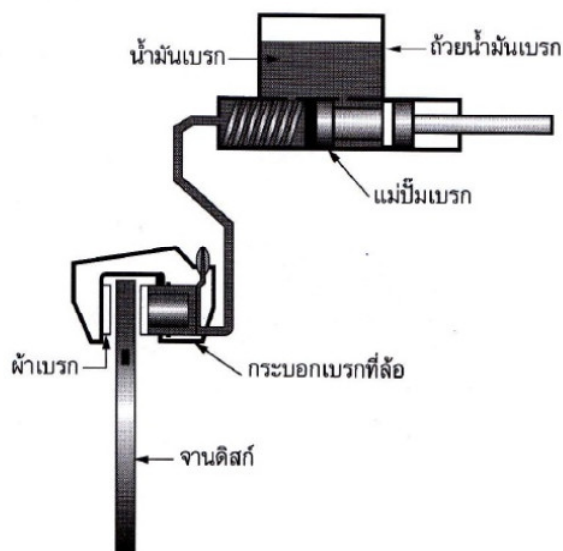
รูปที่ 12-10 สปริงยึดขาเบรกและสลัก



รูปที่ 12-11 การประกอบชุดคัมเบรก

เบรกแบบดิสก์เบรก (Disc Brake)

ดิสก์เบรก เป็นอุปกรณ์สำหรับการชะลอตัวหรือหยุดการหมุนของล้อรถยนต์ จานดิสก์เบรกปกติจะทำจากเหล็กหรือเซรามิก และติดตั้งเชื่อมต่อกับล้อหรือเพลลาเพื่อต้องการหยุดล้อวัสดุความเสียดทานจะอยู่ในรูปของแผ่นตรง (ติดตั้งในอุปกรณ์ที่เรียกว่า คาลิเปอร์ (Caliper)) ถูกบังคับด้วยแรงทางกล ไฮดรอลิกส์หรือนิวแมติกส์หรือแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้ผิวหน้าทั้งสองด้านของแผ่นดิสก์ไปกดติดกับจานดิสก์ เกิดแรงเสียดทานจนล้อหมุนช้าลงหรือหยุด ดังแสดงในรูปที่ 12-12



รูปที่ 12-12 ระบบไฮดรอลิกส์ดิสก์เบรก

1. จานดิสก์ (Discs) การออกแบบของจานดิสก์มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก บางแบบอาจจะเป็นเพียงเหล็กหล่อตัน แต่บางแบบอาจจะเป็นโพรง โดยมีคิริบแบบแวนเชื่อมต่อกับจานดิสก์ 2 แผ่นเข้าด้วยกัน (ปกติจะรวมเป็นชิ้นส่วนเดียวกันด้วยกระบวนการหล่อ) น้ำหนักและกำลังงานของยานพาหนะจะใช้หาขนาด

ของการระบายอากาศ การออกแบบการระบายอากาศของจานดิสก์จะช่วยให้มีการกระจายความร้อนอย่างทั่วถึง และเป็นที่ยอมรับใช้งานกันมากขึ้นในดิสก์เบรกล้อหน้าสำหรับภาระงานหนักมากๆ ดังแสดงในรูปที่ 12-13 (ก)

ระบบเบรกที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงมากๆ จะมีการเจาะรูที่จากดิสก์ เพื่อการกระจายความร้อน แต่ไม่ได้เป็นที่ชื่นชอบสำหรับการใช้งานหนักและรถแข่ง เพราะที่รูเจาะจะเป็นแหล่งที่มาของรอยแตกร้าวจากความเค้นภายใต้การเบรกที่รุนแรง ดังแสดงในรูปที่ 12-13 (ข)

จานดิสก์อาจจะเจาะเป็นร่องคั่นๆ เพื่อช่วยในการขจัดฝุ่นและก๊าซ การทำร่องเป็นวิธีที่ต้องการมากของการแข่งรถในสภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อที่จะเอาก๊าซ น้ำ และความมันที่ผิวหน้าผ้าเบรกออกไป จากดิสก์บางแผ่นอาจจะมีทั้งการเจาะรูและเจาะร่อง จานดิสก์ที่มีการเจาะร่องจะไม่นิยมใช้กับรถยนต์มาตรฐาน เพราะจะทำให้ผ้าเบรกสึกเร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม การกำจัดวัสดุนี้จะเป็นประโยชน์ต่อรถแข่ง โดยการทำให้ผ้าเบรกนุ่มขึ้น และหลีกเลี่ยงความมันที่ผิวหน้าของผ้าเบรกดังแสดงในรูปที่ 12-13 (ค)

บนท้องถนน จานดิสก์ที่เจาะรูหรือเจาะร่อง จะยังคงมีผลบวกในสภาพที่เปียกแฉะ เพราะว่าการเจาะรูหรือเจาะร่องจะป้องกันไม่ให้เกิดฟิล์มของน้ำระหว่างจานดิสก์และผ้าเบรก จานดิสก์ที่เจาะรูอาจแตกร้าวที่รูเจาะ เนื่องจากการล้าของโลหะ จานเบรกเจาะรูที่มีกรรมวิธีผลิตไม่ดีอาจจะทำให้มีความเค้นสูงจนแตกร้าวได้เร็วและมากขึ้นอย่างรุนแรง



(ก) จานดิสก์ตัน



(ข) จานดิสก์เจาะรูและเจาะร่อง



(ค) จานดิสก์เจาะร่อง

รูปที่ 12-13 จานดิสก์

จานดิสก์เซรามิก (Ceramic Composites) จานดิสก์เซรามิกใช้ในรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและรถยนต์งานหนัก การพัฒนาครั้งแรกของการใช้จานเบรกแบบเซรามิกสมัยใหม่คิดค้นโดยวิศวกรชาวอังกฤษ ที่ทำงานในอุตสาหกรรมรถไฟ มีวัตถุประสงค์เพื่อการลดน้ำหนักและจำนวนของจานต่อเพลารวมทั้งให้มแรงเสียดทานที่เสถียรความเร็วที่สูงมากๆ และอุณหภูมิทั้งหมด ผลลัพธ์ได้เป็นเซรามิกที่เสริมคาร์บอนไฟเบอร์ ซึ่งปัจจุบันนี้ใช้งานกันอย่างกว้างขวางสำหรับรถยนต์ รถไฟ และในอากาศยาน ดังแสดงในรูปที่ 12-14



รูปที่ 12-14 จานดิสก์คาร์บอนเซรามิก

2. คาลิเปอร์เบรก (Brake Caliper) คือสิ่งซึ่งเป็นส่วนประกอบของผ้าเบรกและลูกสูบลูกสูบจะทำจากอะลูมิเนียมหรือเหล็กกล้าชุบโครเมียม คาลิเปอร์เบรกจะมี 2 ชนิดคือ แบบลอยตัวและแบบยึดอยู่กับที่ คาลิเปอร์เบรกแบบยึดอยู่กับที่จะไม่สามารถเคลื่อนที่สัมผัสกับจานดิสก์ มันจะใช้ลูกสูบ 1 ลูกหรือ 2 ลูกอยู่ตรงข้ามกับการยึดคาลิเปอร์เบรก มีราคาแพงกว่าแบบลอยตัวคาลิเปอร์เบรกแบบลอยตัวหรือเรียกว่า แบบเลื่อน สามารถเคลื่อนที่เลื่อนไปมาขนานกับจานดิสก์ลูกสูบจะอยู่ด้านหนึ่งของจานดิสก์ และกดดันผ้าเบรกตัวที่อยู่ด้านในจนกระทั่งมันติดกับพื้นผิวจานเบรก จากนั้นจะดึงลือคาลิเปอร์เบรกกับผ้าเบรกด้านนอก ให้กดไปทั้งสองด้านของจานดิสก์ดังแสดงในรูปที่ 12-15



รูปที่ 12-15 คาลิเปอร์เบรก

น้ำมันเบรก (Brake Fluid)

น้ำมันเบรกเป็นของเหลวไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในระบบเบรกไฮดรอลิกส์และระบบคลัตช์ไฮดรอลิกส์ในรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถบรรทุก น้ำมันเบรกเป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดตัวได้ เพราะองค์ประกอบโมเลกุลของน้ำมันจะรวมตัวกันจนไม่มีช่องว่างภายใน

น้ำมันเบรกที่มีฐานของปีโตเลียม จะทำให้ซีลยางและท่อทางในระบบเบรกเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นน้ำมันเบรกส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบันจึงเป็นฐานของไกลคอลอีเทอร์ (Glycol-Ether) ซึ่งจะถูกกำหนดโดยมาตรฐานต่างๆ เช่น มาตรฐาน SAE หรือเทียบเท่า ตัวอย่างเช่น น้ำมันเบรกของสหรัฐฯ จะถูกกำหนดเช่น DOT 3 และ DOT 4 ดังแสดงในรูปที่ 12-16



รูปที่ 12-16 น้ำมันเบรก

คุณลักษณะของน้ำมันเบรก

น้ำมันเบรกจะต้องมีลักษณะที่แน่นอนและตรงตามมาตรฐานคุณภาพบางอย่างสำหรับระบบเบรก เพื่อให้มีการทำงานที่ถูกต้องและเหมาะสม

1. จุดเดือด (Boiling Point) น้ำมันเบรกจะอยู่ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่สูงมาก โดยเฉพาะในกระบอกเบรก ที่ล้อของคัมเบรก และคาลิปเปอร์ของดิสก์เบรก ซึ่งจะต้องมีจุดเดือดที่สูง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการกลายเป็นไอในท่อทาง การกลายเป็นไอจะทำให้เกิดปัญหาขึ้น เพราะไอสามารถอัดตัวได้ และจะไม่ใช่ของเหลวไฮดรอลิกส์ในการเป็นแรงเบรกได้

2. ความหนืด (Viscosity) เพื่อความน่าเชื่อถือในการทำงานของระบบเบรก น้ำมันเบรกจะต้องรักษาความหนืดคงที่ภายใต้อุณหภูมิในช่วงกว้าง รวมทั้งอุณหภูมิที่เย็นจัดมากๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในระบบเบรกที่มีการป้องกันล้อล็อกตาย (Anti-Lock Braking System; ABS) การควบคุมการลากจูงและการควบคุมความเสถียรของรถยนต์ (ESP)

3. การกัดกร่อน (Corrosion) น้ำมันเบรกจะต้องไม่กัดกร่อน โลหะที่เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ในคาลิปเปอร์แม่ปั๊มเบรก ฯลฯ และยังคงสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากความชื้นที่เข้าไปในระบบโดยมีการเติมสารยับยั้งการกัดกร่อนเข้าไปในน้ำมันเบรกด้วย

4. ความสามารถในการอัดตัว (Compressibility) น้ำมันเบรกต้องสามารถรักษาการอัดตัวให้อยู่ระดับต่ำ แม้ว่าจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน

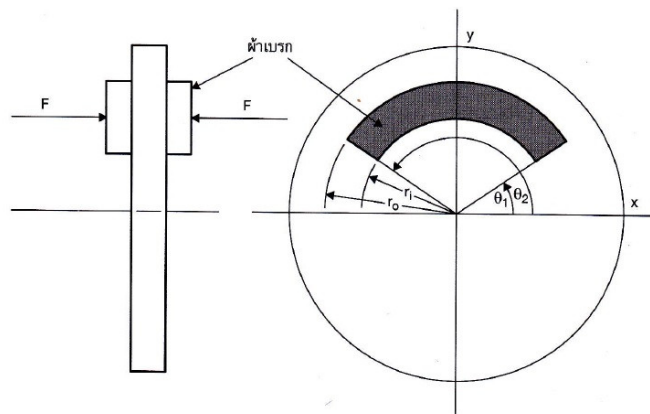
การบริการและการบำรุงรักษา

น้ำมันเบรกชนิด โกลคอลล (DOT 3, DOT 4, DOT 5.1) และล้างหรือเปลี่ยนใหม่ทุก 1-2 ปี ผู้ผลิตน้ำมันเบรกหลายรายได้ทำการกำหนดช่วงเวลาการเปลี่ยนน้ำมันเบรก เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือและความปลอดภัยในการใช้งาน ความชื้นนี้อาจจะกระจายเข้าไปในน้ำมันเบรกผ่านทางท่อเบรกและซีลยาง และในที่สุดน้ำมันเบรกถูกแทนที่ด้วยปริมาณที่มีจำนวนมาก มีการใช้เครื่องมือทดสอบทางอิเล็กทรอนิกส์ในการตรวจวัดความชื้น สารยับยั้งการกัดกร่อนที่เติมเข้าไปในน้ำมันเบรกจะช่วยลดช่วงเวลาของการเกิดความชื้นได้ และน้ำมันเบรกใหม่ควรจะเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทมิดชิด เพื่อหลีกเลี่ยงการแทรกซึมของความชื้น

น้ำมันเบรกเป็นสารอันตรายที่เป็นพิษ กัดสี และสามารถติดไฟได้ง่าย แต่มีจุดวาบไฟสูง และสามารถกลายเป็นระเบิดได้เมื่อผสมกับผงคลอไรน

การคำนวณดิสก์เบรก

การเบรกแบบดิสก์เบรก จะมีผ้าเบรก 2 ด้านที่กดลงไปบนจานดิสก์เบรก ดังแสดงในรูปที่ 12-17



รูปที่ 12-17 รูปทรงทางเรขาคณิตของผ้าดิสก์เบรกที่กดลงบนจานดิสก์เบรก

จากรูปที่ 12-17 สามารถหาแรงกด F และแรงบิด T ได้จากสมการ

$$F = (\theta_2 - \theta_1) p_a r_i (r_o - r_i) \quad (12.1)$$

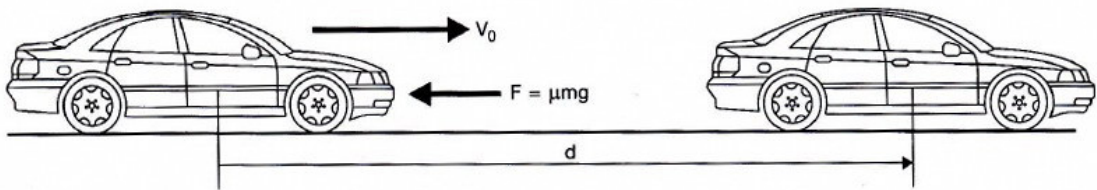
$$T = \frac{1}{2} (\theta_2 - \theta_1) f p_a r_i (r_o^2 - r_i^2) \quad (12.2)$$

เมื่อ f คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

p_a คือ แรงดันสูงสุด

การคำนวณระยะเบรกของรถยนต์

เมื่อมีการทำงานของระบบเบรกรถยนต์ที่สมบูรณ์เหมาะสม ระยะเบรกของรถยนต์ขึ้นต่ำจะถูกราคำนวณโดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างยางและถนน และปฏิกิริยาของผู้ขับขี่ในขณะที่เบรก แรงเสียดทานของถนนจะมีเพียงพอที่รถยนต์จะลดพลังงานจลน์ให้เป็นศูนย์ได้ ถ้าล้อของรถยนต์ยังคงหมุนต่อเนื่องในขณะที่เบรก แรงเสียดทานสถิตจะต้องทำงาน ขณะเดียวกันถ้าล้อรถยนต์ถูกล็อกและเลื่อนไถลไปบนผิวถนน แรงในการเบรกจะเป็นแรงเสียดทานจลน์ เท่านั้น



รูปที่ 12-18 แสดงระยะทางการหยุดของรถยนต์เมื่อทำการเบรก

จากรูปที่ 12-18 เพื่อที่จะลดพลังงานจลน์ให้เป็นศูนย์ หาได้จาก

$$W_f = -\mu mgd = -\frac{1}{2}mV_o^2 \quad (12.3)$$

ระยะทางการหยุด

$$d = \frac{V_o^2}{2\mu g} \quad (12.4)$$

การคำนวณระยะเบรกของรถยนต์ สำหรับการคำนวณระยะทางหยุดต่ำสุด ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะอยู่ที่ 0.8 ของแรงเสียดทานสถิต ระหว่างยางที่ดีและพื้นผิวถนนที่ดีเกือบตลอดเวลา ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์จะน้อยลงและน้อยลงเป็นอย่างมากสำหรับพื้นผิวถนนที่เปียกหรือเจิ่งนองไปด้วยน้ำ แลพื้นผิวทรายเรียบหรือมีน้ำมัน สำหรับยางรถยนต์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงด้วยดอกยางที่ดี ค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจลน์บนพื้นผิวถนนที่แห้งอาจจะประมาณ 0.8 ถ้ามีการเบรกตามปกติเราอาจจะใช้ค่า 0.7 หรือ 0.6 และถ้าใช้ยางที่มีการสึกหรอ ดอกยางอาจจะใช้ค่า 0.5 และ 0.4

บทสรุปเนื้อหาสาระ

ระบบเบรกในพาหนะยานยนต์ทุกชนิดจะเป็นแบบไฮดรอลิกส์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะให้แรงเสียดทานที่สูงจนสามารถหยุดยานยนต์ที่เคลื่อนที่ได้

ระบบเบรกแบบคัมเบรกจะประกอบด้วย แม่ปั้มเบรก แผ่นหลัง คัมเบรก กระจอกเบรกที่ล้อ ขาเบรก สปริงยึดขาเบรกและสลัก และอื่นๆ และระบบเบรกแบบดิสก์เบรกจะประกอบด้วย แม่ปั้มเบรก จานดิสก์เบรก และคาลิเปอร์เบรก

น้ำมันเบรกเป็นของเหลวไฮดรอลิกส์ในระบบเบรกที่มีคุณลักษณะมีจุดเดือดสูง มีความหนืดคงที่ไม่กัดกร่อนโลหะ และไม่สามารถอัดตัวได้อีก

แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 12

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. การเบรกของกระสวยอวกาศใช้ระบบเบรกไฮดรอลิกส์ และใช้

.....

2. ระบบเบรกไฮดรอลิกส์ประกอบด้วย

.....

.....

3. ระบบเบรกที่ใช้ในรถยนต์มี แบบ ได้แก่

.....

4. จานดิสก์เบรกมี แบบ ได้แก่

.....

.....

5. จานดิสก์เบรกที่ใช้กับรถแข่งจะเป็นแบบ

.....

6. น้ำมันเบรกมาตรฐาน SAE ได้แก่

.....

7. คุณลักษณะของน้ำมันเบรกที่ดี ได้แก่

.....

.....

.....

.....

8. น้ำมันเบรกเป็นสารอันตราย โดย

.....

9. ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะมีค่า

.....

10. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเป็น 0 จะเกิด

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีการคำนวณ

1. ฟาดิสก์เบรก 2 อัน มีรัศมี $r_i = 100$ mm และ $r_o = 140$ mm มีมุม $\theta_1 = 40^\circ$ และ $\theta_2 = 145^\circ$ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.45 และมีกระบอกเบรกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 mm มีแรงบิด 1,600 Nm จงหาความดันสูงสุดและแรงกดที่กระทำกับดิสก์เบรก

.....

.....

.....

.....

.....

2. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยความเร็ว 120 km/hr มีน้ำหนักรวม 980 kg และยางรถยนต์เป็นยางใหม่แต่วิ่งบนถนนที่มีฝุ่นทราย มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.63 จงหาระยะทางหยุดรถยนต์เมื่อมีการเบรกตามปกติ

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 24

เครื่องยนต์แก๊สโซลีน (Gasoline Engine)

วัตถุประสงค์

เนื้อหาสาระสำคัญ:

ศึกษาถึงหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน (เครื่องยนต์ 4 จังหวะ) บอกชื่อและหน้าที่ ส่วนประกอบหลักของเครื่องยนต์ได้ถูกต้อง

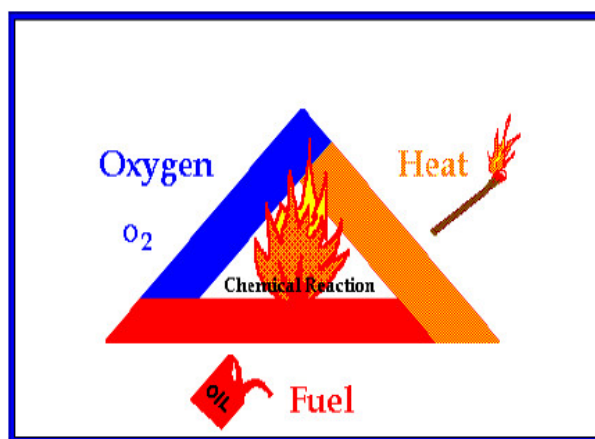
เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ:

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะได้ถูกต้อง
3. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบหลักของเครื่องยนต์ได้ถูกต้อง

ทฤษฎี

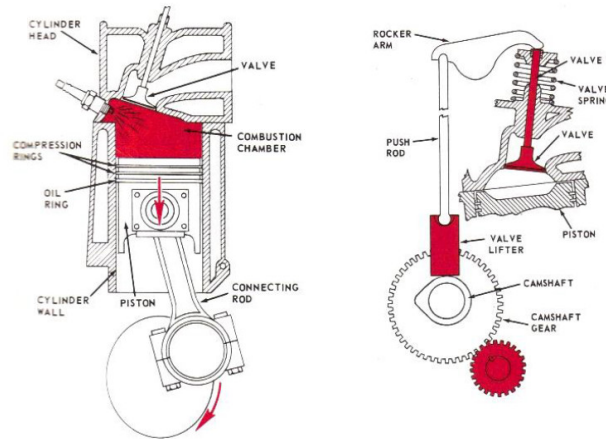
วัฏจักร(Cycle) หมายถึง กระบวนการที่มีการหมุนเวียน โดยมีจุดเริ่มต้น หมุนเวียนไปยังจุดสุดท้าย และจะหมุนเวียนกลับมาใหม่ตามลำดับเป็นลักษณะรอบวง (Cycle)

เครื่องยนต์ (Engine) หมายถึง เครื่องเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกล โดยมีกลไกการทำงานหมุนเวียนจากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดสุดท้ายอย่างมีระเบียบ การเปลี่ยนพลังงานความร้อนเกิดจากเหตุและปัจจัยของการมารวมตัวที่สอดคล้องเหมาะสมต่อกันขององค์ประกอบ 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง (Fuel) อากาศออกซิเจน(Oxygen) และความร้อน (Heat) องค์ประกอบของ “สามเหลี่ยมแห่งไฟ” (Fire Triangle) ดังรูป 12-1



รูปที่ 12-1 สามเหลี่ยมแห่งไฟ

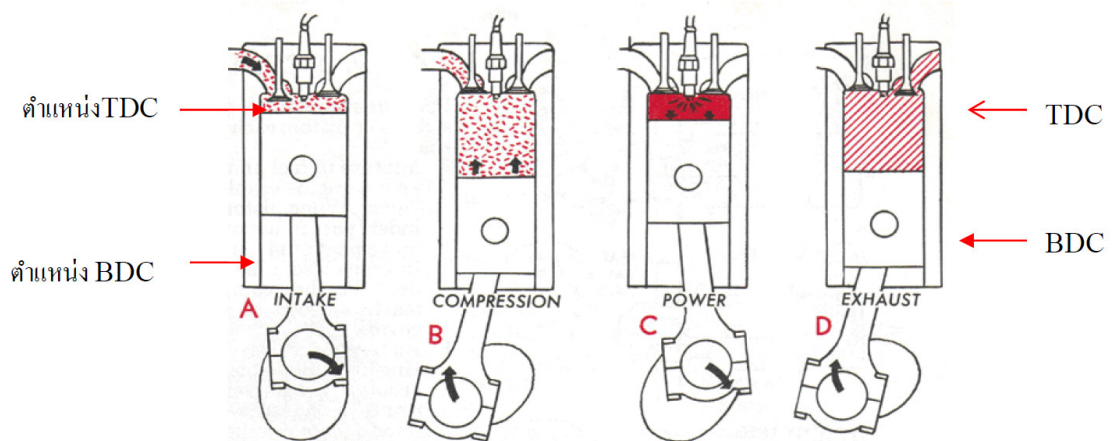
เมื่อองค์ประกอบทั้ง 3 มารวมตัวกัน จะเกิดการเผาไหม้ (Combustion) ได้พลังงานความร้อน (Heat energy) ภายในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ การเผาไหม้ดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างฉับพลันที่เรียกว่าจุดระเบิด (Explosion) เกิดแรงผลักดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ขึ้นลง เพื่อหมุนเพลาค้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ให้เครื่องยนต์ทำงานได้ ดังรูป 12-2



รูปที่ 12-2 การทำงานของเครื่องยนต์

1. หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ (Cycle for Gasoline Engine)

กลวัฏ (Cycle) การทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ประกอบด้วย 4 จังหวะ ดังนี้

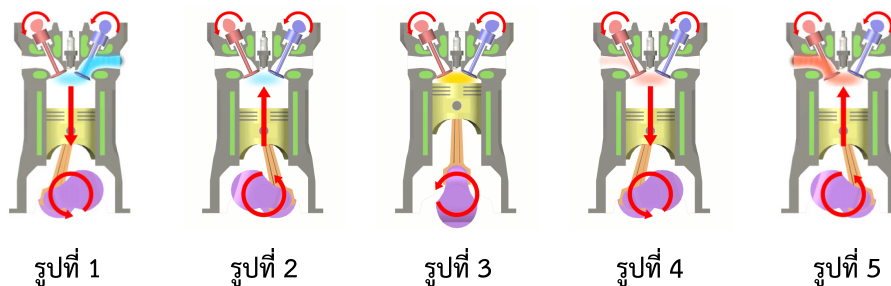


รูปที่ 12-3 แสดงวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์

ตำแหน่งศูนย์ตายบน (Top Dead Center, TDC) คือ เป็นตำแหน่งที่ลูกสูบขึ้นสูงสุด
ตำแหน่งศูนย์ตายล่าง (Bottom Dead Center, BDC) คือ เป็นตำแหน่งลูกสูบลงต่ำสุด

1.1 จังหวะดูด (Intake Stroke)

จังหวะดูด ลูกสูบเลื่อนลงจากตำแหน่งศูนย์ตายบน (TDC) มายังศูนย์ตายล่าง (BDC) ลิ้นไอดีเปิด (Intake valve open) และลิ้นไอเสียปิด (Exhaust valve closed) ทำให้ส่วนผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศเข้ามาภายในกระบอกสูบผ่านลิ้นไอดี ดังรูป 12-4 (รูปที่ 1)



รูปที่ 12-4 แสดงวัฏจักรการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

1.2 จังหวะอัด (Compression Stroke)

จังหวะอัด ลูกสูบเลื่อนขึ้นจากตำแหน่งศูนย์ตายล่าง (BDC.) ไปยังศูนย์ตายบน (TDC.) ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสียปิดสนิท (Both valves closed) ทำให้ไอดีภายในกระบอกสูบเกิดการอัดตัว ความดันและความร้อนสูง ดังรูป 12-4 (รูปที่ 2)

1.3 จังหวะระเบิด (Power Stroke)

จังหวะระเบิด ก่อนที่ลูกสูบจะถึงตำแหน่งศูนย์ตายบนเล็กน้อย (B. TDC. 5 – 7 องศาที่ 600-650 RPM) หัวเทียนจะเกิดประกายไฟ ทำให้เกิดการเผาไหม้น้ำมันกับอากาศภายในห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) จนเกิดแรงระเบิด (Explosion) ผลักดันลูกสูบให้เลื่อนลง และเกิดการหมุนด้วยความเร็วรอบต่างๆ ดังรูป 12-4 (รูปที่ 3)

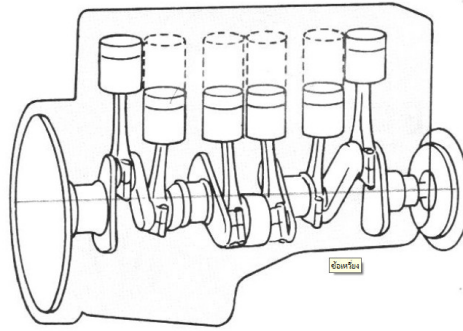
โดยองค์การสำหรับการจุดระเบิดขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องยนต์ ดังนั้นแต่ละเครื่องจึงไม่เท่ากัน ทั้งนี้เนื่องจากมีองค์ประกอบอื่นๆ มาเกี่ยว ข้อง เช่น ความเร็วรอบ เชื้อเพลิง และการออกแบบห้องเผาไหม้ เป็นต้น

1.4 จังหวะคาย (Exhaust Stroke)

จังหวะคาย ลูกสูบเลื่อนขึ้นจากตำแหน่งศูนย์ตายล่าง (BDC.) ไปยังศูนย์ตายบน (TDC.) ลิ้นไอเสียเปิด (Exhaust valve open) ลิ้นไอดีปิด (Inlet valve closed) ทำให้ไอเสียซึ่งมีความร้อน และความดันสูงภายในห้องเผาไหม้ ถูกระบายออกทางท่อไอเสีย ดังรูป 12-4 (รูปที่ 4)

โดยปกติการออกแบบลิ้นไอเสีย จะมีขนาดเล็กกว่าลิ้นไอดี ทั้งนี้เนื่องจากไอเสียมีความร้อนและความดันสูงมาก จึงสามารถระบายออกด้วยความรวดเร็ว

กลวัฏของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ประกอบด้วย จังหวะดูด (Intake Stroke) จังหวะอัด (Compression Stroke) จังหวะระเบิด (Power Stroke) และ จังหวะคาย (Exhaust Stroke) เกิดขึ้นได้เมื่อเครื่องยนต์หมุนครบ 2 รอบ (ลำดับการจุดระเบิดเครื่องยนต์ 6 สูบ คือ 1 5 3 6 2 4) ดังรูป 12-5



รูปที่ 12-5 แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ 6 สูบ

2. หลักการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2 จังหวะ (Cycle for Gasoline Engine)

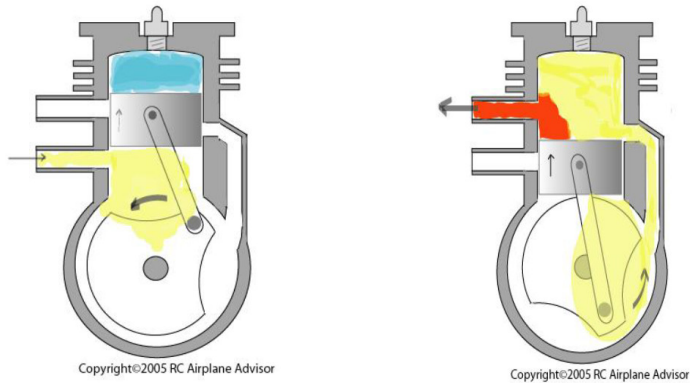
หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ จะเหมือนกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ คือ มีจังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด และจังหวะคาย แต่เครื่องยนต์ 2 จังหวะ เมื่อเพลาค้อเหวี่ยงหมุนครบ 1 รอบ ก็จะสิ้นสุดจังหวะการทำงานอย่างสมบูรณ์ เครื่องยนต์ 2 จังหวะจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะในการบรรจุไอดี และการคายไอเสียด้วยการใช้ช่องไอดี สำหรับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ จะใช้ลิ้นเป็นตัวปิด-เปิดช่องไอดี และไอเสีย

เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึงจุดศูนย์ตายบน ลูกสูบจะเปิดช่องไอดีเพื่อให้ไอดีจากคาร์บูเรเตอร์ไหลเข้ามายังห้องเพลาค้อเหวี่ยง เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นไปอีกประมาณ 15 องศาจนถึงจุดศูนย์ตายบนหัวเทียนจะจ่ายประกายไฟเพื่อทำการจุดระเบิดไอดี จนเกิดการเผาไหม้ เกิดแรงผลักดันให้ลูกสูบเลื่อนตัวลงมา ในช่วงนี้จะเป็นจังหวะระเบิดหรือจังหวะงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

2.1 จังหวะดูด และจังหวะอัด

ช่วงบรรจุไอดี และขับไล่ไอเสีย ลูกสูบจะอยู่ที่จุดศูนย์ตายล่าง และช่องไอดีเปิด ซูเปอร์ชาร์จจะอัดอากาศเข้าบรรจุในกระบอกสูบทางรอบ ๆ กระบอกสูบ ซึ่งอากาศที่ถูกอัดเข้าไปบรรจุในกระบอกสูบจะทำหน้าที่ไล่ไอเสียออกจากกระบอกสูบทางวาล์วไอเสีย เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นจากศูนย์ตายล่างปิดช่องไอดี ถือเป็นการสิ้นสุดจังหวะดูด ดังรูป 12-6 (ภาพซ้าย)

ช่วงอัด ไอดี ลูกสูบเลื่อนขึ้นต่อไปจนเพลาค้อเหวี่ยงหมุนเลยศูนย์ตายล่างประมาณ 60 องศา วาล์วไอเสียทั้งสองจึงปิดและเป็นการเริ่มต้นจังหวะอัด ดังรูป 12-6 (ภาพขวา)

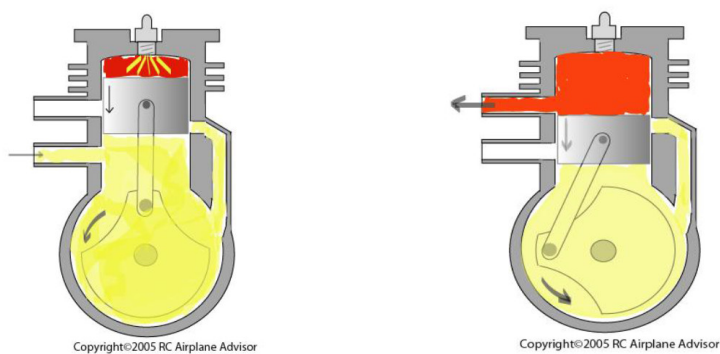


รูปที่ 12-6 แสดงลักษณะจังหวะดูด และอัด

2.2 จังหวะระเบิด และจังหวะคาย

ช่วงจังหวะระเบิด ลูกสูบยังคงเลื่อนขึ้นอัดอากาศให้มีอุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส เพลาค้อเหวี่ยงหมุนดันลูกสูบก่อนถึงศูนย์ตายบนประมาณ 22 องศา หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าห้องเผาไหม้ และเมื่อฝอยน้ำมันกระทบอากาศที่ลูกอัดตัวจนร้อนจะเกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ผลักดันลูกสูบให้เลื่อนลงเป็นจังหวะระเบิด ดังรูป 12-7 (ภาพซ้าย)

ช่วงคายไอเสีย ลูกสูบยังคงเลื่อนลงในจังหวะระเบิดก่อนเพลาค้อเหวี่ยงหมุนถึงศูนย์ตายล่างประมาณ 90 องศา วาล์วไอเสียทั้งสองจะเปิด ไอเสียที่มีแรงดันออกสู่ภายนอก และเมื่อลูกสูบเลื่อนลงไปก่อนเพลาค้อเหวี่ยงถึงศูนย์ตายล่าง 54 องศา ลูกสูบจะเปิดช่องไอดี เพื่อให้ซูเปอร์ชาร์จอัดอากาศเข้าบรรจุในกระบอกสูบและขับไล่ไอเสียออก ดังรูป 12-7 (ภาพขวา)



รูปที่ 12-7 แสดงลักษณะจังหวะระเบิด และจังหวะคาย

3. การเปรียบเทียบเครื่องยนต์ 4 จังหวะและ 2 จังหวะ

1. สิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่นมากกว่า เพราะใช้หล่อลื่นชิ้นส่วนและเผาไหม้ด้วย
2. การเผาไหม้ไม่ค่อยดี และมีไอเสียตกค้างอยู่ในกระบอกสูบเป็นจำนวนมาก
3. ระบายความร้อนไม่ค่อยดี
4. สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
5. มีการบำรุงรักษาน้อย
6. เครื่องยนต์มีน้ำหนักน้อยกว่า
7. การเร่งเครื่องยนต์ได้เร็วกว่า
8. เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 1 รอบ 360 องศาจะได้จังหวะงาน 1 ครั้ง
9. สิ้นเปลืองน้ำมันหล่อลื่นน้อยกว่า เพราะใช้หล่อลื่นชิ้นส่วนอย่างเดียว
10. มีการเผาไหม้ดีกว่า ไม่มีปริมาณของไอเสียตกค้างอยู่ในกระบอกสูบ
11. ระบายความร้อนได้ดีกว่า
12. สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าเพราะเผาไหม้สมบูรณ์กว่า
13. มีการบำรุงรักษามากกว่า
14. เครื่องยนต์มีน้ำหนักมากกว่า
15. การเร่งเครื่องยนต์ได้ช้ากว่า
16. เพลาข้อเหวี่ยงหมุน 2 รอบ 720 องศาจะได้จังหวะงาน 1 ครั้ง

4. ข้อแตกต่างของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และเครื่องยนต์ดีเซล

| เครื่องยนต์แก๊สโซลีน | เครื่องยนต์ดีเซล |
|--|--|
| 1. มีความปลอดภัยต่ำ | 1. มีความปลอดภัยสูง |
| 2. ให้แรงบิดต่ำ | 2. ให้แรงบิดสูง |
| 3. มีโอกาสเสียมากกว่า | 3. มีโอกาสเสียน้อยกว่า |
| 4. สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่า | 4. สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงต่ำ |
| 5. อัตราส่วนการอัดประมาณ 6:1 - 12:1 | 5. อัตราส่วนการอัดประมาณ 14:1 - 22:1 |
| 6. จุดระเบิดด้วยหัวเทียน | 6. จุดระเบิดด้วยหัวฉีด |
| 7. ควันน้อย | 7. ควันมาก |
| 8. เสียงเงียบ เครื่องยนต์เดินเรียบ | 8. เสียงดัง สั่นสะเทือนมากกว่า |
| 9. คาร์บูเรเตอร์จ่ายส่วนผสม (เชื้อเพลิงแต่ละสูบไม่เท่ากัน) | 9. ฉีดเชื้อเพลิงเข้าในกระบอกสูบ (ได้เท่ากันทุกสูบ) |
| 10. ราคาเครื่องถูก | 10. ราคาเครื่องแพง |

| เครื่องยนต์แก๊สโซลีน | เครื่องยนต์ดีเซล |
|--|--|
| 11. ค่าบริการถูก | 11. ค่าบริการแพง |
| 12. มีความเร็วรอบการทำงานสูง | 12. มีความเร็วรอบการทำงานต่ำ |
| 13. น้ำมันเชื้อเพลิงมีจุดเดือดต่ำ และไวไฟ | 13. น้ำมันเชื้อเพลิงมีจุดเดือดสูง |
| 14. ต้องการกำลังติดเครื่องยนต์ต่ำ | 14. ต้องการกำลังติดเครื่องยนต์สูง |
| 15. ความรวดเร็วของการเผาไหม้ของไอเสียสูง | 15. ความรวดเร็วของการเผาไหม้ช้า |
| 16. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ของไอเสียสูง | 16. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ของไอเสียต่ำ |
| 17. กำลังที่ได้ต่อน้ำหนักเครื่องสูง | 17. กำลังที่ได้ต่อน้ำหนักเครื่องต่ำ |
| 18. การเริ่มเดินเครื่องเร็ว | 18. การเริ่มเดินเครื่องช้า |
| 19. มีขบวนการเผาไหม้ที่ปริมาตรคงที่ | 19. มีขบวนการเผาไหม้ที่แรงดันคงที่ |
| 20. ควบคุมความเร็วโดยการเปิดวาล์วเร่ง | 20. ควบคุมความเร็วโดยการเพิ่มปริมาตรเชื้อเพลิงที่ฉีด |
| 21. ความเร็วเฉลี่ยโดยประมาณ 4,500 รอบ/นาที | 21. ความเร็วเฉลี่ยโดยประมาณ 3,000 รอบ/นาที |

ใบงาน

หลักการการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ (จำนวน 4 ชั่วโมง)

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | รายการสอน |
|--|--|
| 1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 2. อธิบายหลักการการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ได้ถูกต้อง 3. อธิบายหลักการการทำงานของเครื่องยนต์ได้ถูกต้อง 4. บอกชื่อและหน้าที่ส่วนประกอบหลักของเครื่องยนต์ได้ถูกต้อง | 1. วัฏจักร (Cycle) การทำงานเครื่องยนต์ 2. ความหมายของเครื่องยนต์ (Engine) 3. หลักการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ |

เครื่องมือ/อุปกรณ์ (จำนวน/ขนาด)

เครื่องยนต์แก๊สโซลีนเล็ก จำนวน 1 เครื่อง

ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. อธิบายการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

การประเมินผล

- ผ่าน
- ไม่ผ่าน

แบบฝึกหัดท้ายการทดลองที่ 24

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. จงบอกปัจจัยที่ทำให้เกิดการเผาไหม้ภายใน

.....

2. จงอธิบายหลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

.....

3. จงอธิบายข้อแตกต่างของหลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะกับเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ

.....

4. ปริมาณคูค หมายถึง

.....

ตอนที่ 2 จงทำเครื่องหมายกากบาท (x) คำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. T.D.C หมายความว่าอะไร

ก. จุดศูนย์กลาง

ข. จุดศูนย์กลางว่าง

ค. จุดศูนย์ตายบน

ง. จุดศูนย์ตายล่าง

2. B.D.C หมายความว่าอะไร

ก. จุดศูนย์กลาง

ข. จุดศูนย์กลางว่าง

ค. จุดศูนย์ตายบน

ง. จุดศูนย์ตายล่าง

3. กolvu ลุกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงกี่ครั้ง

ก. 2 ครั้ง

ข. 4 ครั้ง

ค. 6 ครั้ง

ง. 8 ครั้ง

4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหลักการการทำงานของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ

ก. จังหวะอัด จังหวะคาย จังหวะระเบิด จังหวะดูด

ข. จังหวะดูด จังหวะอัด จังหวะระเบิด จังหวะคาย

ค. จังหวะคาย จังหวะดูด จังหวะระเบิด จังหวะคาย

ง. จังหวะระเบิด จังหวะคาย จังหวะดูด จังหวะอัด

5. ในจังหวะดูดของเครื่องยนต์แก๊สโซลีน 4 จังหวะ ลูกสูบและลิ้นจะเคลื่อนที่อย่างไร
- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| ก. เคลื่อนที่ลง ลิ้นไอดีเปิด | ข. เคลื่อนที่ขึ้น ลิ้นไอดีเปิด |
| ค. เคลื่อนที่ลง ลิ้นไอเสียปิด | ง. เคลื่อนที่ขึ้น ลิ้นไอเสียปิด |
6. จังหวะระเบิดลูกสูบจะอยู่ในลักษณะใด
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ก. เคลื่อนขึ้น | ข. เคลื่อนลง |
| ค. เคลื่อนลงวาล์วทั้ง 2 ปิด | ง. เคลื่อนลงวาล์วไอเสียเปิด |
7. ระยะเวลา (Stroke) คือ ระยะที่วัดตามลักษณะข้อใด
- | | |
|-----------------------------------|--|
| ก. วัดจากก้านสูบถึงเพลาช้อเหวี่ยง | ข. วัดจากจุดศูนย์ตายบนถึงจุดศูนย์ตายล่าง |
| ค. วัดจากเพลาช้อเหวี่ยงถึงลูกสูบ | ง. วัดจากห้องเผาไหม้ถึงจุดศูนย์ตายบน |
8. การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ เมื่อทำงานครบ 1 กลวัฏ เพลาช้อเหวี่ยงหมุนไปกี่องศา
- | | |
|-------------|-------------|
| ก. 180 องศา | ข. 360 องศา |
| ค. 540 องศา | ง. 720 องศา |
9. จังหวะคายของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ลูกสูบและลิ้นจะเคลื่อนที่อย่างไร
- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| ก. เคลื่อนที่ลง ลิ้นไอดีเปิด | ข. เคลื่อนที่ขึ้น ลิ้นไอดีปิด |
| ค. เคลื่อนที่ลง ลิ้นไอเสียเปิด | ง. เคลื่อนที่ขึ้น ลิ้นไอเสียปิด |
10. ลิ้นไอดีจะเปิด ในจังหวะใดของเครื่องยนต์
- | | |
|-----------------|--------------|
| ก. จังหวะดูด | ข. จังหวะอัด |
| ค. จังหวะระเบิด | ง. จังหวะคาย |