

คำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสถาบันการศึกษา

สำหรับการขอรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิปัตร์ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

สาขาวิศวกรรมเคมี

สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2565-2569

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ 10900

13 มิถุนายน 2565

สารบัญ

		หน้า
ส่วนที่ 1	หลักสูตร	3
	1. ชื่อหลักสูตร	3
	2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา	3
	3. วิชาเอก/แขนงวิชา	3
	4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	3
	5. ระบบการจัดการศึกษา	4
	6. แผนการศึกษา	5
	7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา	14
	8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร	16
	9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล	16
	10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร	16
ส่วนที่ 2	นิสิต/นักศึกษา	17
	1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา	17
	2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี	17
	3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์	17
	4. มาตรฐานผลการเรียนรู้	26
ส่วนที่ 3	คณาจารย์	28
	1. ประธานหลักสูตร	28
	2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	28
	3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา	30
	4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ	36
	5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา	37
	6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี	37
ส่วนที่ 4	รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้	40
	1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping)	40
	2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้	48
ส่วนที่ 5	สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา	116
	1. ห้องปฏิบัติการ	116
	1.1. บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง	116
	1.2. โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)	123
	2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ	123

	หน้า
2.1. ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ	123
2.2. สิ่งอำนวยความสะดวก	126
3. การประกันคุณภาพการศึกษา	129
ส่วนที่ 6 ภาคผนวก	131
ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร	
ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา	
ภาคผนวก 3 หนังสือมอบอำนาจในการลงนามรับรอง/อนุมัติข้อมูล ในคำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสภาสถาบันการศึกษา	
ภาคผนวก 4 แผนการสอน (มคอ.3) (เฉพาะวิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้)	
ภาคผนวก 5 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน	

คำรับรองตนเอง (Self-Declaration)

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

ชื่อสถาบันการศึกษา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
สาขาวิศวกรรมที่รับรองปริญญา	สาขาวิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษาที่รับรองปริญญา	2565-2569

ส่วนที่ 1 หลักสูตร

1. ชื่อหลักสูตร

ชื่อภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

ชื่อภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering Program in Chemical Engineering

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็มภาษาไทย : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี)

ชื่อย่อภาษาไทย : วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี)

ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering (Chemical Engineering)

ชื่อย่อภาษาอังกฤษ : B.Eng. (Chemical Engineering)

3. วิชาเอก/แขนงวิชา

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาไทย : ไม่มี

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาอังกฤษ : ไม่มี

4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.1 ปรัชญาของหลักสูตร

ผลิตบัณฑิตในสาขาวิศวกรรมเคมีระดับปริญญาตรีที่มีคุณภาพ มีความสามารถในการปรับตัวและความรอบรู้ในวิชาชีพที่สอดรับพลวัตและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีโลก พร้อมด้วยคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณควบคู่กับขยายงานทางด้านวิจัยและบริการวิชาการให้เป็นที่ยอมรับของสังคม เพื่อการสร้างนวัตกรรมในอนาคตรองรับประเทศไทย 4.0 และสอดรับกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

4.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.2.1 เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี และตอบสนองความต้องการในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ

4.2.2 เพื่อผลิตบัณฑิตที่สามารถนำความรู้และทักษะวิชาชีพไปประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเคมี และเพื่อประโยชน์ในการรองรับการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเคมีได้อย่างดี มีจรรยาบรรณวิชาชีพ มีความสามารถในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเคมีควบคุมได้

4.2.3 เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านการวิจัยแขนงต่างๆ ในสาขาวิศวกรรมเคมี เน้นทางด้านวัสดุขั้นสูง เทคโนโลยีชีวภาพ และ/หรือเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด

4.2.4 เพื่อผลิตบัณฑิตให้เป็นวิศวกรเคมีที่ตระหนักถึงความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

4.2.5 เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ด้านวิชาการสู่สาธารณชนและเผยแพร่ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัย

* หมายเหตุ: หลักสูตรต้องมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาสามารถประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมและเพื่อประโยชน์ในการรองรับการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมในสาขาที่ขอรับรองได้อย่างเหมาะสม

5. ระบบการจัดการศึกษา

5.1 ระบบ

ใช้ระบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ 1 ภาคการศึกษาปกติ มีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์

5.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

ไม่มี

5.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

6. แผนการศึกษา

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 143 หน่วยกิต

โครงสร้างหลักสูตร

- | | | | |
|---|-------------|--------------|-------------|
| 1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป | ไม่น้อยกว่า | 30 หน่วยกิต | |
| 1.1 กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข | | ไม่น้อยกว่า | 7 หน่วยกิต |
| 1.2 กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ | | ไม่น้อยกว่า | 3 หน่วยกิต |
| 1.3 กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร | | ไม่น้อยกว่า | 15 หน่วยกิต |
| 1.4 กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก | | ไม่น้อยกว่า | 2 หน่วยกิต |
| 1.5 กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์ | | ไม่น้อยกว่า | 3 หน่วยกิต |
| 2. หมวดวิชาเฉพาะ | ไม่น้อยกว่า | 107 หน่วยกิต | |
| 2.1 วิชาเฉพาะพื้นฐาน | | ไม่น้อยกว่า | 44 หน่วยกิต |
| 2.1.1 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ | | | 25 หน่วยกิต |
| 2.1.2 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม | | | 19 หน่วยกิต |
| 2.2 วิชาเฉพาะด้าน | | ไม่น้อยกว่า | 63 หน่วยกิต |
| 2.2.1 กลุ่มวิชาบังคับทางวิศวกรรม | | | 60 หน่วยกิต |
| 2.2.2 กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรม | | | 3 หน่วยกิต |
| 3. หมวดวิชาเลือกเสรี | ไม่น้อยกว่า | 6 หน่วยกิต | |

แสดงแผนการศึกษา ดังนี้

แผนการศึกษาที่ 1 : สำหรับนิสิตที่ไม่เลือกเรียนสหกิจศึกษา

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01208111	การเขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-6)
01417167	คณิตศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
01420111	ฟิสิกส์ทั่วไป I	3(3-0-6)
01420113	ปฏิบัติการฟิสิกส์ I	1(0-3-2)
01999111	ศาสตร์แห่งแผ่นดิน	2(2-0-4)
	วิชาภาษาไทย	3(- -)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	3(- -)
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	3(2-3-6)
01403114	ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป	1(0-3-2)
01403117	หลักมูลเคมีทั่วไป	3(3-0-6)
01417168	คณิตศาสตร์วิศวกรรม II	3(3-0-6)
01420112	ฟิสิกส์ทั่วไป II	3(3-0-6)
01420114	ปฏิบัติการฟิสิกส์ II	1(0-3-2)
01175xxx	กิจกรรมพลศึกษา	1(0-2-1)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202211	หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202222	กระบวนการวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น	3(3-0-6)
01403221	เคมีอินทรีย์	3(3-0-6)
01403222	เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ	1(0-3-2)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III	3(3-0-6)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202212	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I	3(3-0-6)
01202215	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I	3(3-0-6)
01202216	ปรากฏการณ์การถ่ายโอน	3(3-0-6)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I	1(0-3-2)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	3(- -)
	วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202311	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II	3(3-0-6)
01202316	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II	3(3-0-6)
01202317	วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202321	การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
	วิชาเลือกเสรี	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>18(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202312	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III	3(3-0-6)
01202313	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202341	วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี	3(3-0-6)
01202361	เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202362	วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง	3(3-0-6)
01206221	ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202399	การฝึกงาน	1
01202411	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II	1(0-3-2)
01202413	การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202421	พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม	3(3-0-6)
01202492	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี	1(1-0-2)
01202495	โครงการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202497	สัมมนา	1
	วิชาเลือกทางวิศวกรรม	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>14(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202414	การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202431	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202499	โครงการวิศวกรรมเคมี II	3(0-9-5)
	วิชาเลือกเสรี	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>12(- -)</u>

รวมทั้งหมด 143 หน่วยกิต

แผนการศึกษาที่ 2 : สำหรับนิสิตที่เลือกเรียนสหกิจศึกษา

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01208111	การเขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-6)
01417167	คณิตศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
01420111	ฟิสิกส์ทั่วไป I	3(3-0-6)
01420113	ปฏิบัติการฟิสิกส์ I	1(0-3-2)
01999111	ศาสตร์แห่งแผ่นดิน	2(2-0-4)
	วิชาภาษาไทย	3(- -)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	3(2-3-6)
01403114	ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป	1(0-3-2)
01403117	หลักมูลเคมีทั่วไป	3(3-0-6)
01417168	คณิตศาสตร์วิศวกรรม II	3(3-0-6)
01420112	ฟิสิกส์ทั่วไป II	3(3-0-6)
01420114	ปฏิบัติการฟิสิกส์ II	1(0-3-2)
01175xxx	กิจกรรมพลศึกษา	1(0-2-1)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202211	หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202222	กระบวนการวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น	3(3-0-6)
01403221	เคมีอินทรีย์	3(3-0-6)
01403222	เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ	1(0-3-2)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III	3(3-0-6)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202212	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I	3(3-0-6)
01202215	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I	3(3-0-6)
01202216	ปรากฏการณ์การถ่ายโอน	3(3-0-6)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I	1(0-3-2)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
01206221	ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	<u>3(3-0-6)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202311	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II	3(3-0-6)
01202316	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II	3(3-0-6)
01202317	วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202321	การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	3(- -)
	วิชาเลือกเสรี	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202490	สหกิจศึกษา	<u>6</u>
	รวม	<u>6</u>

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202399	การฝึกงาน	1
01202411	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II	1(0-3-2)
01202413	การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202421	พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม	3(3-0-6)
01202492	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี	1(1-0-2)
01202495	โครงการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202497	สัมมนา	1
	วิชาเลือกเสรี	3(- -)
	วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>17(- -)</u>

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	หน่วยกิต
01202312	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III	3(3-0-6)
01202313	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202341	วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี	3(3-0-6)
01202361	เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202362	วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง	3(3-0-6)
01202414	การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202431	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202499	โครงการวิศวกรรมเคมี II	<u>3(0-9-5)</u>
	รวม	<u>22(- -)</u>

รวมทั้งหมด 146 หน่วยกิต

7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา

ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

• ข้อ 20 การเทียบรายวิชาและการโอนหน่วยกิต

20.1 นิสิตที่มีสิทธิขอเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิต ประกอบด้วย

20.1.1 นิสิตที่ย้ายคณะ ย้ายหลักสูตร หรือย้ายสาขาวิชาเอก มีสิทธิเทียบทุกรายวิชาที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรที่รับเข้า

20.1.2 นิสิตที่สอบคัดเลือกเข้ามาใหม่ไม่มีสิทธิเทียบรายวิชา ยกเว้นนิสิตของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สิ้นสุดสถานภาพนิสิตในระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี จึงมีสิทธิขอเทียบรายวิชาที่มีระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C หรือ 2.0

20.1.3 นิสิตในโครงการความร่วมมือ ที่ได้กำหนดไว้ในโครงการว่าสามารถขอเทียบรายวิชาได้

20.1.4 นิสิตที่รับโอนหรือรับเข้าศึกษาต่อมาจากสถานศึกษาอื่น

20.1.5 นิสิตที่ได้รับอนุมัติให้ลงทะเบียนเรียนข้ามสถานศึกษาหรือวิทยาเขต

20.2 เกณฑ์การเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิต ประกอบด้วย

20.2.1 การเทียบรายวิชาสำหรับนิสิตที่รับโอนหรือรับเข้าศึกษาต่อมาจากสถานศึกษาอื่น เป็นรายวิชาที่เทียบได้กับรายวิชาในหลักสูตรที่รับเข้า โดยได้ระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C หรือ 2.0 ให้บันทึกเป็น P เท่านั้น ทั้งนี้ นิสิตที่รับโอนสามารถเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิตได้ไม่เกินกึ่งหนึ่งของหน่วยกิตรวมตามหลักสูตรที่รับเข้า ส่วนนิสิตที่รับเข้าศึกษาต่อสามารถเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิตได้ไม่เกินสองในสามของหน่วยกิตรวมตามหลักสูตรของคณะที่รับเข้า

20.2.2 การเทียบรายวิชา สำหรับนิสิตต่างสถาบันให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา โดยผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอนุมัติจากคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชานั้น

20.3 การเทียบโอนในลักษณะกลุ่มวิชา

20.3.1 เนื้อหาโดยรวมของกลุ่มวิชาที่จะนำมาขอเทียบกับเนื้อหาโดยรวมของกลุ่มวิชาที่เทียบได้ ต้องมีความสอดคล้องกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และจำนวนหน่วยกิตรวมของกลุ่มวิชาที่จะนำมาขอเทียบโอนต้องไม่น้อยกว่าจำนวนหน่วยกิตรวมของกลุ่มวิชาที่เทียบโอนได้

20.3.2 ทุกรายวิชาในกลุ่มวิชาที่จะนำมาขอเทียบโอน ต้องมีระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C หรือ 2.0 เทียบได้ระดับคะแนน P

20.3.3 กรณีที่รายวิชาที่จะนำมาขอเทียบโอนเป็นรายวิชาในระบบการเรียนที่มีใช้ระบบทวิภาค ให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชา โดยพิจารณาเทียบจำนวนหน่วยกิตให้ได้ตามเกณฑ์ของระบบทวิภาค

20.4 การเทียบโอนจากประสบการณ์ การเทียบโอนจากการศึกษานอกระบบ และการเทียบโอนจากระบบการศึกษาตามอัธยาศัยให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอนุมัติจาก

คณบดีเจ้าสังกัดหลักสูตร โดยอาจจัดให้มีการทดสอบข้อเขียน หรือภาคปฏิบัติเพิ่มเติมได้ตามที่เห็นสมควร

20.5 **นิตินิตต้องดำเนินการขอเทียบรายวิชา เพื่อยกเว้นไม่ต้องเรียน** โดยผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และคณบดีเจ้าสังกัดนิตินิต และส่งหลักฐานการขออนุมัติต่อคณบดีเจ้าสังกัดนิตินิตภายในภาคการศึกษาปกติแรกที่นิตินิตย้ายคณะ ย้ายหลักสูตร ย้ายสาขาวิชาเอก ได้รับคัดเลือกเข้าศึกษาหรือรับโอนมาจากสถานศึกษาอื่น กรณีที่มีความจำเป็นไม่อาจดำเนินการให้แล้วเสร็จตามกำหนด ให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดนิตินิต

● **ข้อ 21. การลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันและการเรียนข้ามวิทยาเขต**

21.1 นิตินิตอาจลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันได้ในแต่ละภาคการศึกษา หากเป็นการลงทะเบียนเรียนเพื่อเพิ่มพูนความรู้ ประเภทไม่นับหน่วยกิต (audit) การอนุมัติให้ลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันให้อำนาจของคณบดีเจ้าสังกัดนิตินิต

21.2 นิตินิตที่ประสงค์จะลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันเพื่อนับหน่วยกิตในหลักสูตร จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

21.2.1 เป็นนิตินิตที่อยู่ในโครงการของหลักสูตรที่จัดให้มีการเรียนการสอนร่วมระหว่างสถาบัน โดยได้รับความเห็นชอบจากคณบดีเจ้าสังกัดหลักสูตร

21.2.2 เป็นนิตินิตที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาปีสุดท้าย แต่รายวิชาที่จะเรียนไม่เปิดสอนในภาคการศึกษานั้นๆ

21.3 รายวิชาที่จะลงทะเบียนเรียนในสถาบันอื่นจะต้องได้รับการเทียบรายวิชาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย การเทียบให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชา โดยถือเกณฑ์เนื้อหาและจำนวนหน่วยกิตเป็นหลัก

21.4 ผลการเรียนจากสถาบันอื่นให้บันทึกเป็น P หรือ NP และไม่นำไปคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสม ยกเว้นการลงทะเบียนเรียนข้ามวิทยาเขตและการลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรที่จัดร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยกับสถาบันอื่น ให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชา โดยสามารถนำมาคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมได้

21.5 การผ่อนผันเงื่อนไขตามข้อ ๒1.4 จะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณบดีเจ้าสังกัดนิตินิต และอนุมัติโดยรองอธิการบดีที่ได้รับมอบหมายให้ดูแลงานด้านวิชาการ

21.6 นิตินิตลงทะเบียนเรียนข้ามวิทยาเขตได้โดยได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอนุมัติจากคณบดีเจ้าสังกัดนิตินิต ทั้งนี้ต้องลงทะเบียนและชำระค่าธรรมเนียมการศึกษา ณ วิทยาเขตที่นิตินิตสังกัดก่อนจึงจะชำระค่าธรรมเนียมการรับลงทะเบียนข้ามวิทยาเขตตามประกาศมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

- หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565
- การเปิดการเรียนการสอน โดยเริ่มใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565
- สภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ความเห็นชอบอนุมัติหลักสูตรในการประชุมครั้งที่ 12/2564 เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ.2564

9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล

ตารางแสดงรายชื่อผู้รับรอง/อนุมัติ

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งบริหาร	วาระการดำรงตำแหน่ง
รศ.ดร. พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	พ.ศ 2561 - พ.ศ 2565

“เอกสารหนังสือรับรองมอบอำนาจ อยู่ที่ภาคผนวก 3”

10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงาน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	โทรศัพท์	E-mail
1	รศ.ดร. มานพ เจริญไชย ตระกูล	ประธานหลักสูตร	02-797-0999 ต่อ 1216	manop.c@ku.ac.th
2	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	02-797-0999 ต่อ 1217	fengkdsk@ku.ac.th
3	รศ.ดร. ชลิดา เนียมมัญญ์	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	02-797-0999 ต่อ 1244	fengcdni@ku.ac.th
4	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	02-797-0999 ต่อ 1215	fengmtc@ku.ac.th
5	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	02-797-0999 ต่อ 1205	fengwod@ku.ac.th
6	รศ.ดร. อนุสิษฐ์ ณะพิมพ์เมธา	อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	02-797-0999 ต่อ 1218	fengjrc@gmail.com

ส่วนที่ 2 นิสิต/นักศึกษา

1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

ต้องเป็นผู้สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และไม่มีลักษณะต้องห้ามต่อไปนี้

- 1.1 เป็นผู้มีความประพฤติเสียหายอย่างร้ายแรง
- 1.2 เป็นคนวิกลจริต
- 1.3 เป็นโรคติดต่อร้ายแรงหรือโรคสำคัญที่จะเป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการศึกษา
- 1.4 ถูกตัดชื่อออกจากสถานศึกษาเพราะกระทำความผิดทางวินัย

2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี

ตารางแสดงจำนวนนักศึกษาภาคปกติและภาคพิเศษ

ปีที่	จำนวนนักศึกษา (คน)									
	2565		2566		2567		2568		2569	
	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ
1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
2	-	-	55	55	55	55	55	55	55	55
3	-	-	-	-	55	55	55	55	55	55
4	-	-	-	-	-	-	55	55	55	55
รวม	55	55	110	110	165	165	220	220	220	220
รวมทั้งหมด	110		220		330		440		440	
จำนวนนิสิตที่คาดว่าจะจบ	-		-		-		-		110	

3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ (ตามข้อตกลง Washington Accord หรือ ตามข้อตกลง Sydney Accord)

3.1 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตรกับคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามข้อตกลง Washington Accord

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
1	ความรู้ด้านวิศวกรรม (Engineering Knowledge) - สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทาง	01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรมมิ่ง (Computers and Programming)	โครงสร้างพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ การแทนข้อมูลในคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาด้วยขั้นตอนวิธี การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
	วิศวกรรม และความรู้ เฉพาะทางวิศวกรรม เพื่อการแก้ไขและหาคำตอบ ของปัญหาทาง วิศวกรรมที่ซับซ้อน		ด้วยภาษาระดับสูง การฝึกปฏิบัติการ โปรแกรมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์
		01205201 วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น (Introduction to Electrical Engineering)	การวิเคราะห์ วงจรกระแสตรงและ กระแสสลับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการใช้ งานมอเตอร์และการใช้งาน หม้อแปลง ระบบไฟสามเฟส ระบบส่งกำลัง เครื่องมือ ทางไฟฟ้า
		01205202 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I (Electrical Engineering Laboratory I)	ปฏิบัติการเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในวิชา วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น
		01206221 ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์ สำหรับวิศวกร (Applied Probability and Statistics for Engineers)	ความน่าจะเป็น ค่าคาดหวังและการแจก แจงความน่าจะเป็นที่ใช้ทั่วไป การแจกแจง จากการสุ่มตัวอย่าง การอนุมานทางสถิติ สำหรับปัญหา การสุ่มตัวอย่างหนึ่งและสอง ชุด การวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์ ความแปรปรวนและการประยุกต์สถิติกับ ระบบอุตสาหกรรม
		01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)	เทคนิคการเขียนตัวอักษรและตัวเลข การ เขียนรูปทรงเรขาคณิตประยุกต์ การเขียน ภาพออร์โทกราฟฟิก การเขียนภาพสามมิติ การให้ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน การเขียนภาพตัดวิห่วย การหาแผ่นคลี่ เทคนิคการเขียนภาพร่าง การเขียนแบบ แสดงรายละเอียด และ การเขียน ภาพประกอบ การเขียนแบบใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยเบื้องต้น
		01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mechanics I)	การวิเคราะห์แรง สมดุล การประยุกต์ สมการสมดุลกับโครงสร้างและเครื่องจักรกล เซนทรอยด์ ทฤษฎีของแปดปีส คาน แผ่นผึงแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด เคเบิล ความเสียดทานแห้ง ลิ่ม สกรูและสายนพาน งานเสมือน เสถียรภาพของสมดุล โมเมนต์ ความเฉื่อยของพื้นที่พลศาสตร์เบื้องต้น
		01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร (Materials Science for Engineers)	ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สมบัติ กระบวนการ และสมรรถนะของวัสดุ วิศวกรรม แผนภาพสมดุลเฟสและการ

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
			ตีความ โครงสร้างจุลภาคและมหภาคที่สัมพันธ์กับสมบัติของวัสดุวิศวกรรม การตรวจสอบโครงสร้างของวัสดุ การทดสอบและการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ การกัดกร่อนและการเชื่อมของวัสดุ กระบวนการผลิตของวัสดุวิศวกรรม วัสดุประกอบและวัสดุก่อสร้าง
		01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี (Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering)	หลักการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี การทำดุลมวลสารที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี สมดุลวัฏภาค การทำดุลพลังงานโดยใช้ข้อมูลสมดุลเคมี ข้อมูลทางกายภาพและข้อมูลทางอุณหพลศาสตร์ การแก้ปัญหาดุลมวลสารและพลังงาน และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว
		01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I (Unit Operations I)	แนะนำหลักการของการปฏิบัติการเฉพาะหน่วย สถิติศาสตร์ของของไหลและการประยุกต์ ปฏิกิริยาการไหลและการผสมพื้นฐานของการไหล การไหลของของไหลชนิดอัดตัวไม่ได้และชนิดอัดตัวได้ในท่อและชั้นบาง อุปกรณ์ส่งผ่านของไหล เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหล การผสมและการกวน กลศาสตร์ของอนุภาคและหลักการแยกอนุภาคด้วยแรงโน้มถ่วงและแรงเหวี่ยง การตกตะกอน ฟลูอิดเซชัน การบดลดขนาดและการคัดแยกอนุภาคด้วยเครื่องมือกล และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว
		01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Thermodynamics I)	งานและความร้อน กฎข้อที่หนึ่งและแนวคิดพื้นฐานของอุณหพลศาสตร์ สมการสถานะ ความสัมพันธ์ของสมบัติสถานะ กฎข้อที่สองและข้อที่สามของอุณหพลศาสตร์ วัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์
		01202216 ปรากฏการณ์การถ่ายโอน (Transport Phenomena)	กฎความหนืดของนิวตัน กฎการนำความร้อนของฟูเรียร์ กฎการแพร่ของฟิกส์ สมดุลของโมเมนต์ตัม พลังงานและมวล วิธีการคูณแบบเซลล์ สมการการแปรเปลี่ยน การถ่าย

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
			โอนโมเมนต์พลังงานและมวลระหว่างภูมิภาค ดุลมทรรศน์
		01202222 กระบวนการวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Processes)	จรรยาบรรณวิศวกรเคมี ปฏิบัติการเคมีและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นในกระบวนการ อุปกรณ์ และภาวะของการปฏิบัติการในอุตสาหกรรมกระบวนการเคมี อุตสาหกรรมเชื้อเพลิง อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ผู้บริโภค
		01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II (Unit Operations II)	การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น เครื่องควบแน่น เครื่องต้มระเหย การคำนวณสมดุลในหนึ่งขั้นตอนการกลั่น
		01202312 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III (Unit Operations III)	การถ่ายเทมวล อุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติการแบบก๊าซของเหลว การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความชื้น การดูดซึม เครื่องอบแห้ง การสกัด การดูดซับ และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว
		01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Thermodynamics II)	ระบบที่มีสารหลายชนิด สมดุลของวัฏภาคที่มีสารหลายชนิด อุณหพลศาสตร์ของสารละลาย สมดุลปฏิบัติการเคมี
		01202317 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี (Numerical Methods for Chemical Engineers)	การสร้างสมการคณิตศาสตร์ของปัญหาทางวิศวกรรมเคมี ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการพีชคณิต การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้แก้สมการ
		01202321 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี (Computer Application in Chemical Engineering)	การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเคมี การสร้างแบบจำลองกระบวนการ การออกแบบอุปกรณ์ปฏิบัติการเฉพาะหน่วย และการวิเคราะห์กระบวนการโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
		01202341 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction Engineering)	จลนพลศาสตร์เคมี จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาที่เป็นเนื้อเดียวกัน การออกแบบเบื้องต้นสำหรับเครื่องปฏิกรณ์เคมี สารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง เครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง
		01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี (Green Technology for Chemical Engineer)	หลักการควบคุมมลพิษในโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการบำบัด น้ำเสีย มลพิษทางเสียง มลพิษของอากาศและกากของแข็ง หลักการการป้องกันมลพิษโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ รวมทั้งเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอื่นๆ ในอนุกรมมาตรฐานสากล ไอเอสโอ 14000 โดยใช้พื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมในการประเมิน จำลอง และออกแบบ ที่พิจารณาทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อม
		01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง (Safety Engineering and Risk Assessment)	พิษวิทยาและสุขศาสตร์อุตสาหกรรม แบบจำลองการกระจายการปลดปล่อยพิษ อคติภัย การระเบิดและการป้องกัน อุปกรณ์นิรภัย การจำแนกอันตราย การประเมินความเสี่ยงและอันตรายร้ายแรง การจัดการความเสี่ยง การตรวจสอบอุบัติเหตุ กฎหมาย ข้อบังคับความปลอดภัย จรรยาบรรณ และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว
		01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Plant Design)	แนวคิดและขั้นตอนการออกแบบโรงงานและกระบวนการผลิตทางวิศวกรรมเคมี ข้อพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ที่ตั้งและการวางผังโรงงาน การออกแบบให้เหมาะสมที่สุด การออกแบบเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนและมวลสาร
		01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Equipment Design)	หลักมูลของการออกแบบเชิงกล ข้อจำกัดในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุสำหรับอุปกรณ์ในโรงงานกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี การสร้างสเปรดชีทการ

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
			คำนวณทางวิศวกรรมเคมีด้วยคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ การบริหารโครงการ
		01202421 พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม (Process Dynamics and Control)	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี เทคนิคการแก้ปัญหาและพลศาสตร์ของระบบ หลักการควบคุมแบบย้อนกลับ การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ การออกแบบระบบควบคุมและตอบสนองความถี่ และเทคนิคการควบคุมขั้นสูง
		01202431 เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Economics and Cost Estimation)	การอ่านข้อมูลทางการบัญชีและงบการเงินของอุตสาหกรรมเคมี การประมาณราคาต้นทุน ของเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตทางเคมี และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการเลือกกระบวนการเคมี และการลงทุนในอุตสาหกรรมเคมี
		01202492 เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี (Current Technology in Chemical Engineering)	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี วัสดุขั้นสูง เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด
2	การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) - สามารถระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ ปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน เพื่อให้ได้ข้อสรุป ของปัญหาที่มีนัยสำคัญ โดยใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ และ วิทยาการทางวิศวกรรมศาสตร์	01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I)	การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรมเคมี และการนำเสนอ
		01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงานโครงการการนำเสนอผลงานปากเปล่า
3	การออกแบบ/พัฒนาหาคำตอบของปัญหา (Design/Development of Solutions) - สามารถพัฒนาหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือกระบวนการ ตามความจำเป็น และเหมาะสม กับข้อพิจารณาทางด้าน สาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม	01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Plant Design)	แนวคิดและขั้นตอนการออกแบบโรงงานและกระบวนการผลิตทางวิศวกรรมเคมี ข้อพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ที่ตั้งและการวางผังโรงงาน การออกแบบให้เหมาะสมที่สุด การออกแบบเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนและมวลสาร
		01202414	หลักมูลของการออกแบบเชิงกล ข้อจำกัดในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุสำหรับการ

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
		การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Equipment Design)	อุปกรณ์ในโรงงานกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี การสร้างสเปคซีฟการคำนวณทางวิศวกรรมเคมีด้วยคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ การบริหารโครงการ
4	การสืบค้น (Investigation) - สามารถดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้จากงานวิจัยและวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบ การทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลสรุปที่เชื่อถือได้	01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I)	การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรมเคมี และการนำเสนอ
		01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงานโครงการนำเสนอผลงานปากเปล่า
5	การใช้เครื่องมือทันสมัย (Modern Tool Usage) - สามารถสร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และ ใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี สารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนที่เข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ	01202321 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี (Computer Application in Chemical Engineering)	การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเคมี การสร้างแบบจำลองกระบวนการ การออกแบบอุปกรณ์ปฏิบัติการเฉพาะหน่วย และการวิเคราะห์กระบวนการโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป
		01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I)	การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรมเคมี และการนำเสนอ
		01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงานโครงการนำเสนอผลงานปากเปล่า
6	วิศวกรและสังคม (The Engineer and Society) - สามารถใช้เหตุผลและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับ มาประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม	01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง (Safety Engineering and Risk Assessment)	พิษวิทยาและสุขศาสตร์อุตสาหกรรม แบบจำลองการกระจายการปลดปล่อยพิษ อคติภัย การระเบิดและการป้องกัน อุปกรณ์นิรภัย การจำแนกอันตราย การประเมินความเสี่ยงและอันตรายร้ายแรง การจัดการความเสี่ยง การตรวจสอบอุบัติเหตุ กฎหมาย ข้อบังคับความปลอดภัย จรรยาบรรณ และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว
7	สิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (Environment and Sustainability) - สามารถเข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในบริบทของสังคม และสิ่งแวดล้อม และสามารถแสดงความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน	01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี (Green Technology for Chemical Engineer)	หลักการควบคุมมลพิษในโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการบำบัด น้ำเสีย มลพิษทางเสียง มลพิษของอากาศและกากของแข็ง หลักการการป้องกันมลพิษโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ รวมทั้ง

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
			เครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ อื่นๆ ในอนุกรมมาตรฐานสากล ไอเอสโอ 14000 โดยใช้พื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรม ในการประเมิน จำลอง และออกแบบ ที่ พิจารณาทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และด้าน สิ่งแวดล้อม
8	จรรยาบรรณวิชาชีพ (Ethics) - สามารถใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมี สำนึก รับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติ วิชาชีพวิศวกรรม	01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Laboratory I)	ปฏิบัติการทางการลดขนาด การแยกเชิงกล การถ่ายโอนของไหลและความร้อน และการ กลั่น
		01202399 การฝึกงาน (Internship)	การฝึกงานในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีใน สถานประกอบการเอกชน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือ สถานศึกษา โดย มีระยะเวลาเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง และไม่ต่ำกว่า 30 วันทำการ
		01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Laboratory II)	ปฏิบัติการทางการถ่ายโอนความร้อนและ มวล และการควบคุม กระบวนการ
9	การทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม (Individual and Team work) - ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้าน การทำงานเดี่ยว และการทำงานในฐานะผู้ร่วม ทีมหรือ ผู้นำทีมที่มีความหลากหลายของสาขา วิชาชีพ	01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Laboratory I)	ปฏิบัติการทางการลดขนาด การแยกเชิงกล การถ่ายโอนของไหลและความร้อน และการ กลั่น
		01202399 การฝึกงาน (Internship)	การฝึกงานในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีใน สถานประกอบการเอกชน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือ สถานศึกษา โดย มีระยะเวลาเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง และไม่ต่ำกว่า 30 วันทำการ
		01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Laboratory II)	ปฏิบัติการทางการถ่ายโอนความร้อนและ มวล และการควบคุม กระบวนการ
10	การสื่อสาร (Communication) - สามารถสื่อสารงานวิศวกรรมที่ซับซ้อนกับ กลุ่มผู้ ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมและสังคม โดยรวมได้อย่าง มีประสิทธิภาพ อาทิ สามารถ อ่านและเขียนรายงาน ทางวิศวกรรมและ	01202497 สัมมนา (Seminar)	การนำเสนอและอภิปรายหัวข้อที่น่าสนใจ ทางวิศวกรรมเคมีในระดับปริญญาตรี
		01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I	การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรม เคมี และการนำเสนอ

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	รหัสวิชา/รายวิชา	คำอธิบายรายวิชา
	เตรียมเอกสารการออกแบบงาน วิศวกรรมได้ อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำเสนอ สามารถ ให้และรับคำแนะนำงานได้อย่างชัดเจน	(Chemical Engineering Project I) 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การ ปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงาน โครงการการนำเสนอผลงานปากเปล่า
11	การบริหารโครงการและการลงทุน (Project Management and Finance) - สามารถแสดงว่ามีความรู้และความเข้าใจ หลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน และ สามารถประยุกต์ใช้หลักการบริหารในงาน ของตน ในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีมเพื่อ บริหารจัดการ โครงการวิศวกรรมที่มี สภาพแวดล้อมการทำงาน ความหลากหลาย สาขาวิชาชีพ	01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรม เคมี (Chemical Engineering Equipment Design) 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I) 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	หลักการของการออกแบบเชิงกล ข้อจำกัดใน การออกแบบและการเลือกใช้วัสดุสำหรับ อุปกรณ์ในโรงงานกระบวนการทาง วิศวกรรมเคมี การสร้างสเปรดชีตการ คำนวณทางวิศวกรรมเคมีด้วยคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ การบริหารโครงการ การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรม เคมี และการนำเสนอ การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การ ปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงาน โครงการการนำเสนอผลงานปากเปล่า
12	การเรียนรู้ตลอดชีพ (Lifelong Learning) - ตระหนักและเห็นความจำเป็นในการเตรียม ตัว เพื่อให้สามารถการปฏิบัติงานได้โดยล้าพั้ง และ สามารถการเรียนรู้ตลอดชีพเมื่อมีการ เปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม	01202399 การฝึกงาน (Internship) 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I) 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	การฝึกงานในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีใน สถานประกอบการเอกชน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือ สถานศึกษา โดย มีระยะเวลาเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง และไม่น้อยกว่า 30 วันทำการ การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรม เคมี และการนำเสนอ การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การ ปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงาน โครงการการนำเสนอผลงานปากเปล่า

หมายเหตุ : โปรดระบุลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ให้ครบถ้วนมากที่สุด โดยนารายวิชาในหลักสูตรทั้งหมดมากรอกข้อมูล

4. มาตรฐานผลการเรียนรู้

แสดงความเชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตรกับมาตรฐานผลการเรียนรู้

มาตรฐานผลการเรียนรู้	รายวิชาของหลักสูตร
มีกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์และมีทักษะพื้นฐานในการทำปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรมเคมี	01403114 ปฏิบัติการหลักรวมเคมีทั่วไป
	01403117 หลักรวมเคมีทั่วไป
	01403221 เคมีอินทรีย์
	01403222 เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ
	01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I
	01417168 คณิตศาสตร์วิศวกรรม II
	01417267 คณิตศาสตร์วิศวกรรม III
	01420111 ฟิสิกส์ทั่วไป I
	01420113 ปฏิบัติการฟิสิกส์ I
	01420114 ปฏิบัติการฟิสิกส์ II
	01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม
	01205201 วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น
	01205202 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I
	01206221 ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร
	01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม
	01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I
	01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร
	01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี
	01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I
	01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I
	01202216 ปฏิกิริยาเคมีและการถ่ายโอน
	01202222 กระบวนการวิศวกรรมเคมี
	01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II
	01202312 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III
	01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II
	01202317 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี
	01202321 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี
	01202341 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี
	01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี
	01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง
01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี	
01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี	

มาตรฐานผลการเรียนรู้	รายวิชาของหลักสูตร
	01202421 พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม 01202431 เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี 01202492 เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี
สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการศึกษาในวิชาชีพทางวิศวกรรมเคมีได้	01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี 01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี
สามารถปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมเคมี แก้ไขปัญหาในการทำงานได้อย่างสร้างสรรค์และเหมาะสม	01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II
สามารถปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมเคมีได้อย่างเชี่ยวชาญ มีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง สามารถใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและเทคโนโลยีสารสนเทศในการทำงานได้	01202321 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี 01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I 01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II
มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง มีความอดทน มีความสามัคคี สามารถทำงานเป็นทีม	01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I 01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II
มีทัศนคติที่ดีต่อการประกอบอาชีพทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีวินัย มีความซื่อสัตย์ เคารพกฎระเบียบ มีคุณธรรม จริยธรรมและมีความรับผิดชอบต่อสังคม	01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I 01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II

ส่วนที่ 3 คณาจารย์

1. ประธานหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่อประธานหลักสูตร

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
นายมานพ เจริญไชยตระกูล	รองศาสตราจารย์	B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia.	2540	20
		Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia.	2545	

2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
1	นายกานติส สุดสาคร	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล	2538	20
			M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA.	2542	
			Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA.	2545	
2	นางสาวชลิดา เนียมนุ้ย	รองศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2543	12
			วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2546	

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งวิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา	ประสบการณ์สอน (ปี)
			วศ.ด. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2551	
3	นางเมตตา เจริญพานิช	ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan.	2529 2532 2539	26
4	นางสาววสิษฐ ดอนไพร	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2552 2557	6
5	นายอนุสิทธิ์ ธนะพิมพ์ เมธา	รองศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2533 2537 2552	27

3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
1	นายกานตีส สุดสาคร	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล	2538	20
			M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA.	2542	
			Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA.	2545	
2	นายชินนทร์ ปัญจพรผล	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) เกียรติ นิยมอันดับสอง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2538	17
			M.S. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA.	2545	
			Ph.D. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA.	2548	
3	นางสาวชลิดา เนียมน้อย	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี	2543	12
			วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี	2546	
			วศ.ด. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี	2551	
4	นายณัฏพล เจียรสำราญ	อาจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2544	3
			วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี)	2549	

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบ การณ์ สอน (ปี)
			จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย M. Phil. (Chemical Engineering) Newcastle University, UK. Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK.	2556 2562	
5	นายธงชัย โรหิตะดิษฐ์ ศรี นพคุณ	ศาสตราจารย์	วท.บ. (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บริหารธุรกิจ (การตลาด) มหาวิทยาลัยรามคำแหง วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า ธนบุรี. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia.	2525 2529 2530 2541	34
6	นายธงไทย วิฑูรย์	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2548 2552	12
7	นางสาวนันทิยา หาญสุภ ลักษณ์	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA.	2538 2541 2546	19

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบ การณ์ สอน (ปี)
8	นางปวีณา ประไพไยนา	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK.	2544 2546 2553	12
9	นางสาวพรรณทิศา ลิ้ม แหลมทอง	อาจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ M.Sc. (Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering), Imperial College London, UK. Ph.D. (Chemical Engineering), Imperial College London, UK.	2553 2557 2562	3
10	นางเพ็ญจิตร ศรีนพคุณ	ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia.	2525 2529 2538	33
11	นายไพศาล คงคาอุยฉาย	ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.	2526	30

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
			M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA.	2532 2535	
12	นายมานพ เจริญไชย ตระกูล	รอง ศาสตราจารย์	B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia.	2540 2545	20
13	นางเมตตา เจริญพานิช	ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan.	2529 2532 2539	26
14	นายเมธี สายศรีหยุด	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany. Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria.	2539 2548 2552	13
15	นางสาววิกานดา วรार्ห บัณฑิตวิทย์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2543	6

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบ การณ์ สอน (ปี)
			วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2545 2551	
16	นางสาววลีพร ดอนไพร	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2552 2557	6
17	นางสาวศุภพัชรี รอดเดชา	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล วท.ม (เคมีเชิงฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหิดล Ph.D. (Chemical Engineering) Rochester University, USA.	2547 2549 2555	9
18	นายสิริพล อนันตวรสกุล	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada.	2540 2543 2547	25
19	นางสาวสุนันท์ ลิ้มตระกูล	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย D.Sc. (Chemical Engineering)	2524 2528 2539	26

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสพ การณ์ สอน (ปี)
			University of Washington, USA.		
20	นายอนุสรณ์ สืบสาย	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล Ph.D. (Chemical Engineering) California Los Angeles University, USA.	2547 2554	9
21	นายอนุสิทธิ์ ณะพิมพ์ เมธา	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2533 2537 2552	27
22	นายอรรถศักดิ์ จารีย์	ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้า ธนบุรี M.A.Sc. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada.	2538 2541 2545	19

* หมายเหตุ: ลาศึกษาต่อเต็มเวลา (Full Time)

อาจารย์พิเศษ

ลำดับ	ชื่อ สกุล	ตำแหน่ง	คุณวุฒิ	ปีที่สำเร็จการศึกษา
1	นายบุญธรรม ปวีณ์วรรณ	อาจารย์พิเศษ	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ Ph.D. (Chemical Engineering) University of Cambridge, England.	2536 2542

4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ

ตารางแสดงรายชื่อผู้ช่วยวิชาปฏิบัติการ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	คุณวุฒิการศึกษา
1	นางสาวสุพัตรา ศรีจิว	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการ	วศ.ม. (สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2	นายยงยุทธ อินนุรักษ์	วิศวกรไฟฟ้า ชำนาญการพิเศษ	ค.ม. (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
3	นายปริญญา บุญทัน	ช่างเทคนิค ชำนาญงาน	วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
4	นางสาวชนาธิป อุทัย	ผู้ปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ ชำนาญงานพิเศษ	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5	นายสมพงษ์ พวงดอกไม้	ช่างอิเล็กทรอนิกส์ ชำนาญงาน	ศศ.บ. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

ตารางแสดงอัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา ณ ปีการศึกษา 2565 – 2569

จำนวนนักศึกษาจริงและอัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาจริง (คน)									
	2565		2566		2567		2568		2569	
	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ	ปกติ	พิเศษ
ชั้นปีที่ 1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
ชั้นปีที่ 2	48	49	55	55	55	55	55	55	55	55
ชั้นปีที่ 3	40	42	48	49	55	55	55	55	55	55
ชั้นปีที่ 4	40	47	40	42	48	49	55	55	55	55
รวม	183	193	198	201	213	214	220	220	220	220
รวม นักศึกษา ทั้งหมด (ชั้นปีที่ 2-4)	266		289		317		330		330	
จำนวน อาจารย์	22		22		22		22		22	
อัตราส่วน ของ อาจารย์ต่อ นักศึกษา	1:13		1:14		1:15		1:15		1:15	

อัตราส่วนต้องไม่เกิน 1:20

6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี

6.1. แผนพัฒนาด้านการให้ความรู้และเสริมทักษะ

6.1.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

- ส่งเสริมให้อาจารย์เข้าร่วมฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่มหาวิทยาลัย จัดขึ้นเป็นประจำ
- จัดให้มีทุนสำหรับการฝึกอบรมภายนอกมหาวิทยาลัย

6.1.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่น ๆ

- จัดให้มีทุนสำหรับการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ดูงานวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ
- จัดให้มีทุนสำหรับการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศ หรือต่างประเทศ
- ส่งเสริมให้อาจารย์ทุกคนเข้ารับการพัฒนาในด้านนี้
- ส่งเสริมให้อาจารย์ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการ
- สนับสนุนให้อาจารย์จัดทำผลงานทางวิชาการ เพื่อส่งเสริมการมีตำแหน่งทางวิชาการสูงขึ้น

6.2. แผนพัฒนาด้านการจัดหาบุคลากรใหม่

จัดให้มีการปฐมนิเทศหลักสูตรให้กับอาจารย์ใหม่เพื่อให้ทราบถึงเป้าประสงค์ของหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตร และจัดให้มีระบบอาจารย์พี่เลี้ยง โดยให้อาจารย์ที่มีประสบการณ์การทำงานและการสอนในหลักสูตรนี้ไม่น้อยกว่า 3 ปี เป็นผู้ให้คำแนะนำด้านต่างๆ รวมถึงให้มีความรู้และเข้าใจนโยบายของสถาบันอุดมศึกษา คณะและหลักสูตรที่สอน วิธีการสอนแบบต่างๆ ตลอดจนการใช้และผลิตสื่อการสอน เพื่อเป็นการพัฒนาการสอนของอาจารย์ นอกจากนี้ยังกำหนดให้อาจารย์ใหม่ไม่ต้องรับงานบริหารในช่วง 2 ปีแรก เพื่อให้มุ่งเน้นการสร้างผลงานทางวิชาการให้สามารถเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการได้เร็วขึ้น

6.3. แผนพัฒนาด้านการเพิ่มคุณวุฒิการศึกษา

คณาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมีทุกท่านจบการศึกษาระดับปริญญาเอกแล้ว

6.4. แผนพัฒนาด้านการปรับตำแหน่งทางวิชาการ

คณาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มีแผนการเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ ดังนี้

ลำดับ	รายนามอาจารย์	ปี พ.ศ. ที่ยื่นขอตำแหน่ง		
		ผู้ช่วยศาสตราจารย์	รองศาสตราจารย์	ศาสตราจารย์
1	ศาสตราจารย์ ดร. เมตตา เจริญพานิช	-	-	-
2	ศาสตราจารย์ ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรีนพคุณ	-	-	-
3	ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย	-	-	-
4	ศาสตราจารย์ ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์	-	-	-
5	ศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ	-	-	-
6	ศาสตราจารย์ ดร. สุนันท์ ลิ้มตระกูล	-	-	-
8	รองศาสตราจารย์ ดร. สิริพล อนันตวรสกุล	-	-	2563*
7	รองศาสตราจารย์ ดร. ธงไทย วิฑูรย์	-	-	2562*
8	รองศาสตราจารย์ ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล	-	-	2565*
9	รองศาสตราจารย์ ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์	-	-	2568
11	รองศาสตราจารย์ ดร. อนุสิษฐ์ ณะพิมพ์เมธา	-	-	2568
12	รองศาสตราจารย์ ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล	-	-	2568
13	รองศาสตราจารย์ ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย	-	-	2568
15	รองศาสตราจารย์ ดร. ปวีณา ประไพณัยนา	-	-	2568
14	รองศาสตราจารย์ ดร. อนุสรณ์ สืบสาย	-	-	2568
16	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานติส สุดสาคร	-	2566	2573
17	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เมธี สายศรีหยุด	-	2566	2573

ลำดับ	รายนามอาจารย์	ปี พ.ศ. ที่ยื่นขอตำแหน่ง		
		ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	รอง ศาสตราจารย์	ศาสตราจารย์
18	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภพัชรี รอดเดชา	-	2566	2574
19	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกานดา วรार्หับัณฑูร์ย์ วิทย์	-	2568	2574
20	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วลีพร ดอนไพร	-	2566	2574
21	อ.ดร.ณัชพล เจียรสำราญ	2566	2569	2577
22	อ.ดร.พรรณทิตา ลิมแหลมทอง	2566	2569	2577

* รอโปรดเกล้าฯ

ส่วนที่ 4 รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้

1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping)

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมเคมี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2565 – ปีการศึกษา 2569

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
1. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์			
1.1 คณิตศาสตร์	ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์และการประยุกต์ ค่าเชิง อนุพันธ์ ปริพันธ์และการประยุกต์ ระบบพิกัดเชิงขั้ว ปริพันธ์ไม่ตรง แบบ ลำดับและอนุกรม การ อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์	01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mathematics I)	3(3-0-6)
	เวกเตอร์และเรขาคณิตวิเคราะห์ ทรงตัน แคลคูลัสของฟังก์ชัน หลายตัวแปร แคลคูลัสของ ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์	01417168 คณิตศาสตร์วิศวกรรม II (Engineering Mathematics II)	3(3-0-6)
	สมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นอันดับ หนึ่ง สมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นที่มี สัมประสิทธิ์เป็นค่าคงตัว ผลการ แปลง ลาปลาซและผลการแปลง ผกผัน ผลเฉลยที่เป็นอนุกรมกำลัง ระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น	01417267 คณิตศาสตร์วิศวกรรม III (Engineering Mathematics III)	3(3-0-6)
	การสร้างสมการคณิตศาสตร์ของ ปัญหาทางวิศวกรรมเคมี ผลเฉลย เชิงตัวเลขของสมการพีชคณิต การ หาปริพันธ์เชิงตัวเลข ผลเฉลยเชิง ตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ สามัญและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้ แก้สมการ	01202317 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี (Numerical Methods for Chemical Engineers)	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
1.2 ฟิสิกส์	กลศาสตร์ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิก คลื่น กลศาสตร์ของไหล อุณหพลศาสตร์	01420111 ฟิสิกส์ทั่วไป I (General Physics I)	3(3-0-6)
	ไฟฟ้าแม่เหล็ก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทศนศาสตร์ ฟิสิกส์ยุคใหม่เบื้องต้น และนิวเคลียร์ฟิสิกส์	01420112 ฟิสิกส์ทั่วไป II (General Physics II)	3(3-0-6)
	ปฏิบัติการสำหรับวิชาฟิสิกส์ทั่วไป I หรือ ฟิสิกส์พื้นฐาน I	01420113 ปฏิบัติการฟิสิกส์ I (Laboratory in Physics I)	1(0-3-2)
	ปฏิบัติการสำหรับวิชาฟิสิกส์ทั่วไป II หรือฟิสิกส์พื้นฐาน II	01420114 ปฏิบัติการฟิสิกส์ II (Laboratory in Physics II)	1(0-3-2)
1.3 เคมี และ/หรือ ชีววิทยา	ปฏิบัติการสำหรับวิชา 01403117 หลักมูลเคมีทั่วไป	01403114 ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป (Laboratory in Fundamental of General Chemistry)	1(0-3-2)
	โครงสร้างอะตอม ตารางพีริออดิก และสมบัติตามตารางพีริออดิก พันธะเคมี ปริมาณสัมพันธ์ แก๊สของเหลว ของแข็ง สารละลาย จลนพลศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรดและเบส สมดุลของไอออน ธาตุเรพรีเซนเททีฟ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โลหะแทรนซิชัน	01403117 หลักมูลเคมีทั่วไป (Fundamental of General Chemistry)	3(3-0-6)
	ทฤษฎีทางเคมีอินทรีย์ การจำแนกประเภทของสารประกอบอินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีและกลไกของปฏิกิริยา สเตอริโอเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของสารแอลิแฟติก ไฮโดรคาร์บอน แอลคิลเฮไลด์ แอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ สารประกอบพีนอล แอลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์ อนุพันธ์กรดอินทรีย์ และเอมีน สมบัติของลิพิด คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน โปรตีน	01403221 เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
	และกรณีวิศวกร การหา โครงสร้างของสารประกอบ อินทรีย์โดยวิธีทางสเปกโทรสโกปี		
	ปฏิบัติการสำหรับวิชา 01403221 เคมีอินทรีย์	01403222 เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ (Laboratory in Organic Chemistry)	1(0-3-2)
2. องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม			
2.1 พื้นฐานทางไฟฟ้า	การวิเคราะห์วงจรกระแสตรงและ กระแสสลับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการใช้งานมอเตอร์และการใช้ งาน หม้อแปลง ระบบไฟสามเฟส ระบบส่งกำลัง เครื่องมือทางไฟฟ้า	01205201 วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น (Introduction to Electrical Engineering)	3(3-0-6)
	ปฏิบัติการเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนใน วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น	01205202 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I (Electrical Engineering Laboratory I)	1(0-3-2)
2.2 การโปรแกรมคอมพิวเตอร์	โครงสร้างพื้นฐานของระบบ คอมพิวเตอร์สมัยใหม่ การแทน ข้อมูลในคอมพิวเตอร์ การ แก้ปัญหาด้วยขั้นตอนวิธี การ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นด้วย ภาษาระดับสูง การฝึกปฏิบัติการ โปรแกรมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์	01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม (Computers and Programming)	3(2-3-6)
2.3 การเขียนแบบ	เทคนิคการเขียนตัวอักษรและ ตัวเลข การเขียนรูปทรงเรขาคณิต ประยุกต์ การเขียนภาพออร์โธ กราฟฟิก การเขียนภาพสามมิติ การให้ขนาดและเกณฑ์ความ คลาดเคลื่อน การเขียนภาพตัดวิว ช่วย การหาแผ่นคลี่ เทคนิคการ เขียนภาพร่าง การเขียนแบบแสดง รายละเอียดและการเขียน ภาพประกอบ การเขียนแบบใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยเบื้องต้น	01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)	3(2-3-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
2.4 กลศาสตร์	การวิเคราะห์แรง สมดุล การประยุกต์สมการสมดุลกับโครงสร้างและเครื่องจักรกล เช่น ทรอยด์ ทฤษฎีของแปปปีส คาน แพนผังแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด เคเบิล ความเสียดทานแห้ง ลิ่ม สกรูและสพานงาน เสมือน เสถียรภาพของสมดุล โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ พลศาสตร์เบื้องต้น	01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mechanics I)	3(3-0-6)
3. องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม			
3.1 ดุลมวลและพลังงาน	หลักการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี การทำดุลมวลสารที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี สมดุลวัฏภาค การทำดุลพลังงานโดยใช้ข้อมูลสมดุลเคมี ข้อมูลทางกายภาพและข้อมูลทางอุณหพลศาสตร์ การแก้ปัญหาดุลมวลสารและพลังงาน และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว	01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี (Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering)	3(3-0-6)
3.2 อุณหพลศาสตร์ทางวิศวกรรมเคมี	งานและความร้อน กฎข้อที่หนึ่งและแนวคิดพื้นฐานของอุณหพลศาสตร์ สมการสถานะ ความสัมพันธ์ของสมบัติสถานะ กฎข้อที่สองและข้อที่สามของอุณหพลศาสตร์ วัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์	01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Thermodynamics I)	3(3-0-6)
	ระบบที่มีสารหลายชนิด สมดุลของวัฏภาคที่มีสารหลายชนิด อุณหพลศาสตร์ของสารละลาย สมดุลปฏิกิริยาเคมี	01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Thermodynamics II)	3(3-0-6)
3.3 วัสดุศาสตร์	ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สมบัติ กระบวนการ และสมรรถนะของวัสดุวิศวกรรม แผนภาพสมดุลเฟสและการตีความ โครงสร้างจุลภาคและมห	01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร (Materials Science for Engineers)	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
	ภาคที่สัมพันธ์กับสมบัติของวัสดุ วิศวกรรม การตรวจสอบ โครงสร้างของวัสดุ การทดสอบ และการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ การกัดกร่อนและการเชื่อมของ วัสดุ กระบวนการผลิตของวัสดุ วิศวกรรม วัสดุประกอบและวัสดุ ก่อสร้าง		
3.4 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย และปรากฏการณ์การถ่ายโอน	แนะนำหลักการของการ ปฏิบัติการเฉพาะหน่วย สถิติศาสตร์ของของไหลและการ ประยุกต์ ปรากฏการณ์ของการ ไหลและสมการพื้นฐานของการ ไหล การไหลของของไหลชนิดอัด ตัวไม่ได้และชนิดอัดตัวได้ในท่อ และชั้นบาง อุปกรณ์ส่งผ่านของ ไหล เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการ ไหล การผสมและการกวน กลศาสตร์ของอนุภาคและ หลักการแยกอนุภาคด้วยแรงโน้ม ถ่วงและแรงเหวี่ยง การตกตะกอน ฟลูอิดเซชัน การ बदลดขนาดและ การคัดแยกอนุภาคด้วยเครื่องมือ กล และการประยุกต์ใช้ใน กระบวนการสีเขียว	01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I (Unit Operations I)	3(3-0-6)
	การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน เครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสอง ชั้น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แบบเชลล์และท่อ เครื่อง แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น เครื่องควบแน่น เครื่องต้มระเหย การคำนวณสมดุลในหนึ่งขั้นตอน การกลั่น	01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II (Unit Operations II)	3(3-0-6)
	การถ่ายเทมวล อุปกรณ์สำหรับ การปฏิบัติการแบบก๊าซของเหลว	01202312	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
	การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับ ความชื้น การดูดซึม เครื่องอบแห้ง การสกัด การดูดซับ และการ ประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III (Unit Operations III)	
	ปฏิบัติการทางการลดขนาด การ แยกเชิงกล การถ่ายโอนของไหล และความร้อน และการกลั่น	01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Laboratory I)	1(0-3-2)
	ปฏิบัติการทางการถ่ายโอนความ ร้อนและมวล และการควบคุม กระบวนการ	01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Laboratory II)	1(0-3-2)
	กฎความหนืดของนิวตัน กฎการ นำความร้อนของฟูเรียร์ กฎการ แพร่ของฟิกส์ สมดุลของโมเมนตัม พลังงานและมวล วิธีการดุลแบบ เซลล์ สมการการแปรเปลี่ยน การ ถ่ายโอนโมเมนตัมพลังงานและ มวลระหว่างวัฏภาค ดุล มหรรณ	01202216 ปรากฏการณ์การถ่ายโอน (Transport Phenomena)	3(3-0-6)
3.5 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมีและ การออกแบบปฏิกรณ์	จลนพลศาสตร์เคมี จลนพลศาสตร์ ของปฏิกิริยาที่เป็นเนื้อเดียวกัน การออกแบบเบื้องต้นสำหรับ เครื่องปฏิกรณ์เคมี สารเร่ง ปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง เครื่อง ปฏิกรณ์ที่ใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่เป็น ของแข็ง	01202341 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction Engineering)	3(3-0-6)
3.6 การออกแบบอุปกรณ์และการ ออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี	แนวคิดและขั้นตอนการออกแบบ โรงงานและกระบวนการผลิตทาง วิศวกรรมเคมี ข้อพิจารณาทาง เศรษฐศาสตร์ ความปลอดภัยและ สิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ที่ตั้ง และการวางผังโรงงาน การ ออกแบบให้เหมาะสมที่สุด การ ออกแบบเครื่องถ่ายแยกเปลี่ยน ความร้อนและมวลสาร	01202413 การออกแบบโรงงานทาง วิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Plant Design)	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
	หลักมูลของการออกแบบเชิงกล ข้อจำกัดในการออกแบบและการ เลือกใช้วัสดุสำหรับอุปกรณ์ใน โรงงานกระบวนการทางวิศวกรรม เคมี การสร้างสเปคซิทการ คำนวณทางวิศวกรรมเคมีด้วย คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ การ บริหารโครงการ	01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทาง วิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Equipment Design)	3(3-0-6)
3.7 การบริหารโครงการ	หลักมูลของการออกแบบเชิงกล ข้อจำกัดในการออกแบบและการ เลือกใช้วัสดุสำหรับอุปกรณ์ใน โรงงานกระบวนการทางวิศวกรรม เคมี การสร้างสเปคซิทการ คำนวณทางวิศวกรรมเคมีด้วย คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ การ บริหารโครงการ	01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทาง วิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Equipment Design)	3(3-0-6)
	การเตรียมข้อเสนอโครงการทาง วิศวกรรมเคมี และการนำเสนอ	01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I)	1(0-3-2)
	การทำให้เกิดผลโครงการ วิศวกรรมเคมี การปฏิบัติการ ทดลอง การเตรียมรายงาน โครงการการนำเสนอผลงานปาก เปล่า	01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	3(0-9-5)
3.8 พลศาสตร์ของกระบวนการ และการควบคุม	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ กระบวนการทางวิศวกรรมเคมี เทคนิคการแก้ปัญหาและ พลศาสตร์ของระบบ หลักการ ควบคุมแบบย้อนกลับ การ วิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ การออกแบบระบบควบคุมและ ตอบสนองความถี่ และเทคนิค การควบคุมขั้นสูง	01202421 พลศาสตร์ของกระบวนการและ การควบคุม (Process Dynamics and Control)	3(3-0-6)
3.9 เศรษฐศาสตร์และการประเมิน ราคาทางวิศวกรรมเคมี	การอ่านข้อมูลทางการบัญชีและ งบการเงินของอุตสาหกรรมเคมี	01202431	3(3-0-6)

องค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง: บรรยาย- ปฏิบัติการ-ศึกษา ด้วยตนเอง)
	การประมาณราคาต้นทุน ของเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตทางเคมี และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการเลือกกระบวนการเคมี และการลงทุนในอุตสาหกรรมเคมี	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Economics and Cost Estimation)	
3.10 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง วิศวกรรมกระบวนการด้านสิ่งแวดล้อม	พิษวิทยาและสุขศาสตร์ อุตสาหกรรม แบบจำลองการกระจายการปลดปล่อยพิษ อคติภัย การระเบิดและการป้องกัน อุปกรณ์นิรภัย การจำแนกอันตราย การประเมินความเสี่ยง และอันตรายร้ายแรง การจัดการความเสี่ยง การตรวจสอบอุบัติเหตุ กฎหมาย ข้อบังคับความปลอดภัย จรรยาบรรณ และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว	01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง (Safety Engineering and Risk Assessment)	3(3-0-6)
	หลักการควบคุมมลพิษในโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการบำบัด น้ำเสีย มลพิษทางเสียง มลพิษของอากาศ และกากของแข็ง หลักการการป้องกันมลพิษโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต การออกแบบเชิงนิเวศ เศรษฐกิจ รวมทั้งเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอื่นๆ ในอนุกรมมาตรฐานสากล ไอเอสโอ 14000 โดยใช้พื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมในการประเมิน จำลอง และออกแบบ ที่พิจารณาทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อม	01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี (Green Technology for Chemical Engineer)	3(3-0-6)

2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมเคมี
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2565 – ปีการศึกษา 2569

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์	
01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mathematics I)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผศ.ดร. กนกรัตน์ เสวตเศรณี วท.บ. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Applied Mathematics) New Jersey Institute of Technology, USA. ประสบการณ์การสอน 31 ปี 2. ผศ.ดร. ภัททิรา เรืองสินทรัพย์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 26 ปี 3. ผศ.ดร. พันทิพย์ โตแก้ว วท.บ. คณิตศาสตร์ (มช.) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (ม.มหิดล) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 22 ปี 4. ผศ. พิมพ์นา ศิริจารุอนันต์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มจพ.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มจร.) ประสบการณ์การสอน 22 ปี 5. ผศ.ดร. กัญย์ สุนย์ขึ้น วท.บ. คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Mathematic) University of

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Notre Dame, USA. ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>6. ผศ.ดร. กันตภณ คุหาพัฒนกุล ศษ.บ. การสอนคณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มก.) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (มศว.ประสานมิตร) ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. วัชรพล พิมพ์เสรีฐ วท.บ. คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>8. ผศ.ดร. สุริยา ณ หนองคาย วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มก.) Dr.rer.nat. (Mathematik und Angewandte Informatik) Univ. Hildesheim, Germany ประสบการณ์การสอน 27 ปี</p> <p>9. อ.ดร. จิตรลดา สมทรัพย์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มก.) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>10. อ.ดร. บุญเลิศ ศรีหิรัญ วท.บ. คณิตศาสตร์ (ม.รามคำแหง) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 24 ปี</p> <p>11. ผศ. มนต์ฤดี สิริวรวิทย์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 20 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>12. ผศ.ดร. ลัญจกร กิตติรัตนวาทิน วท.บ. คณิตศาสตร์ (มน.) Ph.D. (Mathematical Science) Loughborough University, UK ประสบการณ์การสอน 11 ปี</p> <p>13. อ.ดร. เรืองลักษณ์ จงโชติฉินนธ์ วท.บ. คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>14. ผศ.ดร. แคทลียา ดาวสุด วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Mathematics) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. ชีรภัทร ศรีจันทร์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู (มศว.) M.Sc. (Mathematics) Georg-August Universitat Gottingen Germany Dr.rer.nat (Mathematik) Julius Maximilians Universitat Wurzburg Germany ประสบการณ์การสอน 7 ปี</p> <p>16. อ.ดร. ธรรณิษฐ์ ทันศรี Bachelor of Policy and Planning Science University of Tsukuba, Japan Master of Mathematics University of Tsukuba, Japan Doctor of Science</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Shinshu University, Japan ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>17. อ.ดร. พงศ์พล เรือนคง Bachelor of Arts (Mathematics) University of Virginia, USA. วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>18. อ.ดร. จิณณวัตร เจตน์จรุงกิจ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) M.Sc. (Mathematics) The University of Nottingham, UK. Ph.D. (Mathematics) University of Exeter, UK. ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>19. อ.ดร. ธนสิน นำไพศาล B.Sc. (Mathematatics) Massachusetts Institute of Technology, USA. B.Sc. (Physics) Massachusetts Institute of Technology, USA. M.A. (Astrophysics) Princeton University, USA. Ph.D. (Mathematics) Jacobs University Bremen, Germany ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>20. อ.ดร. อุดมศักดิ์ รักวงษ์วาน วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) M.Sc. (Financial Mathematics) King's College London, UK. Ph.D. (Financial Mathematics) King's College London, UK.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>01417168</p> <p>คณิตศาสตร์วิศวกรรม II</p> <p>(Engineering Mathematics II)</p>	<p>ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p> <p>1. ผศ.ดร. กนกรัตน์ เศวตเศรนี วท.บ. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Applied Mathematics) New Jersey Institute of Technology, USA. ประสบการณ์การสอน 31 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. ภัททิรา เรืองสินทรัพย์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>3. ผศ.ดร. พันทิพย์ โตแก้ว วท.บ. คณิตศาสตร์ (มช.) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (ม.มหิดล) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 22 ปี</p> <p>4. ผศ.ดร. กัญย์ สุ่นยี่ซัน วท.บ. คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Mathematic) University of Notre Dame, USA. ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>5. ผศ.ดร. วีชรพล พิมพ์เสริฐ วท.บ. คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>6. ผศ. พิมพ์ชนา ศิริจารุอนันต์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มจพ.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มจร.) ประสบการณ์การสอน 22 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>7. ผศ. อังคณา ศรีพยัพ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มก.) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>8. ผศ.ดร. ลัญจกร กิตติรัตน์วสิน วท.บ. คณิตศาสตร์ (มน.) Ph.D. Department of Mathematical Science Loughborough University, UK ประสบการณ์การสอน 11 ปี</p> <p>9. ผศ.ดร. แคทลียา ดาวสุด วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Mathematics) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>10. อ.ดร. ธรณินทร์ พันศรี Bachelor of Policy and Planning Science (University of Tsukuba, Japan) Master of Mathematics (University of Tsukuba, Japan) Doctor of Science (Shinshu University, Japan) ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>11. อ.ดร. พงศ์พล เรืองคง Bachelor of Arts (Mathematics) University of Virginia, USA. วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>12. อ.ดร. จิณณวัตร เจตน์จรุงกิจ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) M.Sc. (Mathematics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>The University of Nottingham, UK. Ph.D. (Mathematics) University of Exeter, UK. ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>13. อ.ดร. ธนสิน น้าไพศาล B.Sc. (Mathematics) Massachusetts Institute of Technology, USA. B.Sc. (Physics) Massachusetts Institute of Technology, USA. M.A. (Astrophysics) Princeton University, USA. Ph.D. (Mathematics) Jacobs University Bremen, Germany ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>14. อ.ดร. อุดมศักดิ์ รังวงษ์วาน วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) M.Sc. (Financial Mathematics) King's College London, UK. Ph.D. (Financial Mathematics) King's College London, UK. ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p>
<p>01417267 คณิตศาสตร์วิศวกรรม III (Engineering Mathematics III)</p>	<p>1. ผศ.ดร. ภัททิรา เรืองสินทรัพย์ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. วัชรพล พิมพ์เสริฐ วท.บ. คณิตศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) วท.ด. คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>3. ผศ.ดร. พันทิพย์ โตแก้ว วท.บ. คณิตศาสตร์ (มช.) วท.ม. คณิตศาสตร์ประยุกต์ (ม.มหิดล) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 22 ปี</p> <p>4. อ.ดร. จิตรลดา สมทรัพย์ วท.บ.คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มก.) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>5. ผศ. อังคณา ศรีพิชัย วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม. คณิตศาสตร์ (มก.) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>6. ผศ.ดร. แคทลียา ดาวสุด วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) วท.ม.คณิตศาสตร์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Mathematics) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>7. อ.ดร. ธรณินทร์ ทั่นศรี Bachelor of Policy and Planning Science. University of Tsukuba, Japan Master of Mathematics University of Tsukuba, Japan Doctor of Science Shinshu University, Japan ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>8. อ.ดร. จิณณวัตร เจตนร์จรุงกิจ วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) M.Sc. (Mathematics) The University of Nottingham, UK.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Ph.D. (Mathematics) University of Exeter, UK. ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>9. อ.ดร. ธนสิน นำไพศาล B.Sc. (Mathematics) Massachusetts Institute of Technology, USA. B.Sc. (Physics) Massachusetts Institute of Technology, USA. M.A. (Astrophysics) Princeton University, USA. Ph.D. (Mathematics) Jacobs University Bremen, Germany ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>10. อ.ดร. อุดมศักดิ์ รักวงษ์วาน วท.บ. คณิตศาสตร์ (มก.) M.Sc. (Financial Mathematics) King's College London, UK. Ph.D. (Financial Mathematics) King's College London, UK. ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p>
<p>01202317 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี (Numerical Methods for Chemical Engineers)</p>	<p>1. รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p>
<p>01420111 ฟิสิกส์ทั่วไป I (General Physics I)</p>	<p>1. รศ.ดร. สุรศักดิ์ เชียงกา วท.บ. ฟิสิกส์ (มศว.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) Dr.rer.nat. (Physics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Innsbruck, Austria ประสบการณ์การสอน 23 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. ภาคภูมิ เรือนจันทร์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>3. ผศ.ดร. สมาน มงคลสกุลวงศ์ กศ.บ. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ (มศว.บางแสน) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 24 ปี</p> <p>4. ผศ.ดร. นพฤทธิ์ จินันทุยา วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 28 ปี</p> <p>5. ผศ. มาลี สุทธิโอภาส วท.บ. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 33 ปี</p> <p>6. ผศ.ดร. วีรพัฒน์ พลอัน วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ปร.ด. ฟิสิกส์เชิงเคมี (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. จริน โอชะคลัง วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มทส.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>8. อ. กุลพันธ์ พิมพัสมาน B.S. (Electrical Engineering and Computer Science) and B.S. (Mathematics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>MIT, USA. M.Eng. (Electrical Engineering) MIT, USA. M.S (Applied Physics) Harvard University, USA. ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>9. อ. สิทธิชัย ปิ่นกาญจนโรจน์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>10. อ.ดร. วิวัฒน์ วงศ์ก่อเกื้อ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>11. ผศ.ดร. อภิชาติ พัฒนโกครัตนา B.S. (Physics) University of Colorado, USA. Ph.D. (Physics) University of Colorado, USA. ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>12. ผศ.ดร. สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) M.S. (Physics) Oregon State University, USA. Ph.D. (Physics) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 8 ปี</p> <p>13. อ.ดร. นพฤทธิ์ สมบูรณ์กิตติชัย วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) M.S. (Physics) with Distinction Imperial College London, UK. Ph.D. (Physics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Imperial College London, UK. ประสบการณ์การสอน 6.5 ปี</p> <p>14. รศ.ดร. จิรโรจน์ ต.เทียนประเสริฐ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) พร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. ปพิชญา ชัยสกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) M.Sc. (Physique et Applications) ENS Cachan, France Ph.D. (Physique) Université Paris-Sud, France ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>16. รศ.ดร. ชัชวาล วงศ์ชูสุข วท.บ. ฟิสิกส์ (มอ.) วท.ม. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>17. ดร. พีระ พงษ์กิตติวณิชกุล วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) Ph.D. (Physics) University of New Hampshire, UK ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>18. ดร. สรศักดิ์ พันธุ์ฝัก วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Physics) The University of Manchester, UK ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>01420112</p> <p>ฟิสิกส์ทั่วไป II</p> <p>(General Physics II)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผศ.ดร. จรินทร์ โอชะคลัง วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มทส.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 16 ปี 2. ผศ.ดร. นพฤทธิ์ จินันทุยา วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 28 ปี 3. ผศ.ดร. วีรพัฒน์ พลอัน วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ปร.ด. ฟิสิกส์เชิงเคมี (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 6 ปี 4. รศ.ดร. ชัชวาล วงศ์ชูสุข วท.บ. ฟิสิกส์ (มอ.) วท.ม. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 10 ปี 5. ผศ. มาลี สุทธิโอภาส วท.บ. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 33 ปี 6. ผศ.ดร. สมาน มงคลสกุลวงศ์ กศ.บ. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ (มศว.บางแสน) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 24 ปี 7. ผศ.ดร. สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) M.S. (Physics) Oregon State University, USA. Ph.D. (Physics)

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 8 ปี</p> <p>8. อ. กุลพันธ์ พิมพัสมาน B.S. (Electrical Engineering and Computer Science) and B.S. (Mathematics) MIT, USA. M.Eng. (Electrical Engineering) MIT, USA. M.S (Applied Physics) Harvard University, USA. ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>9. ผศ.ดร. อภิชาติ พัฒนโกครัตนา B.S. (Physics) University of Colorado, USA. Ph.D. (Physics) University of Colorado, USA. ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>10. รศ.ดร. อติศักดิ์ บุญชื่น วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Physics) Case Western Reserve University, USA. ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>11. อ. สิทธิชัย ปิ่นกาญจน์โรจน์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>12. อ.ดร. นพฤทธิ์ สมบูรณ์กิตติชัย วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) M.S.(Physics) with Distinction Imperial College London, UK. Ph.D. (Physics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Imperial College London, UK. ประสบการณ์การสอน 6.5 ปี</p> <p>13. ผศ.ดร. ปพิชญา ชัยสกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) M.Sc. (Physique et Applications) ENS Cachan, France Ph.D. (Physique) Université Paris-Sud, France ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>14. ผศ.ดร. วิทชุกร ภูทอง วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) Ms. (Materials Science and Engineering) Stanford, USA. Ph.D. (Materials Science and Engineering) Stanford, USA. ประสบการณ์การสอน 3 ปี</p> <p>15. ดร. ชีรภัทร วัชรธาราพงศ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Materials theory) Uppsala university, Sweden ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p>
<p>01420113 ปฏิบัติการฟิสิกส์ I (Laboratory in Physics I)</p>	<p>1. รศ.ดร. จิรโรจน์ ต.เทียนประเสริฐ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. สุรศักดิ์ เชียงกา วท.บ. ฟิสิกส์ (มศว.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) Dr.rer.nat. (Physics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Innsbruck, Austria ประสบการณ์การสอน 23 ปี</p> <p>3. รศ.ดร. จิรศักดิ์ วงศ์เอกบุตร วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) พร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>4. รศ.ดร. สุธี บุญช่วย วท.บ. ฟิสิกส์ (สจล.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) พร.ด. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>5. รศ.ดร. พงศกร จันทร์รัตน์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) พร.ด. ฟิสิกส์ (มวล.) ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. ชัยยะ เหลืองวิริยะ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Dr. rer. nat. (Physics) Otto-von-Guericke Universitat Magdeburg, Germany ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. บำเหน็จ สุดชมโฉม วท.บ. ฟิสิกส์ (มจร.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มศว.ประสานมิตร) พร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>8. ผศ.ดร. นพฤทธิ์ จินันทุยา วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) พร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 28 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>9. รศ.ดร.ชัชวาล วงศ์ชูสุข วท.บ. ฟิสิกส์ (มอ.) วท.ม. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>10. ผศ.ดร. วีรพัฒน์ พลอัน วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ปร.ด. ฟิสิกส์เชิงเคมี (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>11. ผศ.ดร. สมาน มงคลสกุลวงศ์ กศ.บ. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ (มศว.บางแสน) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 24 ปี</p> <p>12. ผศ. มาลี สุทธิโอภาส วท.บ. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 33 ปี</p> <p>13. ผศ.ดร. ญัฐพร ฉัตรแถม วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) M.S. Physics University of Colorado, USA. Ph.D. (Physics) University of Colorado, USA. ประสบการณ์การสอน 18 ปี</p> <p>14. รศ.ดร. วชิร รัตนสกุลทอง วท.บ. ฟิสิกส์ (มอ.) วท.ม. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สจล.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มวล.) ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. สุธารัตน์ โชติกประคัลภ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) MS. (Energy Technology), AIT</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Dr.rer.nat. (Physics) Ruhr-University Bochum, Germany ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>16. ผศ.ดร. จรินทร์ โอชะคลัง วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มทส.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>17. ผศ.ดร. ศิริกาญญา ทงมี วท.บ. ศึกษาศาสตร์ (มอ.) วท.ม. เคมีเชิงฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Ph.D. (Material Science) National University of Singapore, Singapore ประสบการณ์การสอน 7 ปี</p> <p>18. ผศ.ดร. เฉลิมพล กาญจนวรินทร์ MS. (Physics) University of Oxford, UK. Ph.D. (Physics) University of Illinois at Urbana, USA. ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>19. รศ.ดร. ภาคภูมิ เรือนจันทร์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>20. ผศ.ดร. อภิชาติ พัฒนโกครัตนา B.S. (Physics) University of Colorado, USA. Ph.D. (Physics) University of Colorado, USA. ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>21. อ. กุลพันธ์ พิมพัสมาน</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>B.S. (Electrical Engineering and Computer Science) and B.S. (Mathematics) MIT, USA.</p> <p>M.Eng. (Electrical Engineering) MIT, USA.</p> <p>M.S (Applied Physics) Harvard University, USA.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>22. ผศ.ดร. สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) Ms. (Physics) Oregon State University, USA. Ph.D. (Physics) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 8 ปี</p> <p>23. อ.ดร.มณีเนตร เวชกามา วท.บ.ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม.ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Dr.rer.nat (Astrophysik) University of Pastdam, Germany ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>24. อ. สิริชัย ปิ่นกาญจนโรจน์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>25.อ.ดร. นพฤทธิ์ สมบูรณ์กิตติชัย วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) M.S. (Physics) with Distinction Imperial College London, UK. Ph.D. (Physics) Imperial College London, UK. ประสบการณ์การสอน 6.5 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>26.อ.ดร. วิวัฒน์ วงศ์ก่อเกื้อ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>27.รศ.ดร. อติศักดิ์ บุญชื่น วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Physics) Case Western Reserve University, USA. ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>28.ผศ.ดร. ปพิชญา ชัยสกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) M.Sc. (Physique et Applications) ENS Cachan, France Ph.D. (Physique) Université Paris-Sud, France ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>29.ดร.พีระ พงษ์กิตติวณิชกุล วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) วท.ด. ฟิสิกส์ (U of New Hampshire) ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>30.ดร. ชีรภัทร วัชรธราพงศ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Materials theory) Uppsala university, Sweden ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p> <p>31.ดร. สรศักดิ์ พันธุ์ฝัก วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	Ph.D. (The University of Manchester, UK) ประสบการณ์การสอน 2 ปี
01420114 ปฏิบัติการฟิสิกส์ II (Laboratory in Physics II)	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="852 461 1422 797"> 1. รศ.ดร. สุรศักดิ์ เชียงกา วท.บ. ฟิสิกส์ (มศว.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) Dr.rer.nat. (Physics) University of Innsbruck, Austria ประสบการณ์การสอน 23 ปี <li data-bbox="852 797 1422 1066"> 2. รศ.ดร. จิรโรจน์ ต.เทียนประเสริฐ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) พร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 19 ปี <li data-bbox="852 1066 1422 1290"> 3. รศ.ดร. จิรศักดิ์ วงศ์เอกบุตร วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) พร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 6 ปี <li data-bbox="852 1290 1422 1559"> 4. รศ.ดร. สุธี บุญช่วย วท.บ. ฟิสิกส์ (สจล.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) พร.ด. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 9 ปี <li data-bbox="852 1559 1422 1850"> 5. รศ.ดร. พงศกร จันทร์รัตน์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) พร.ด. ฟิสิกส์ (มวล.) ประสบการณ์การสอน 25 ปี <li data-bbox="852 1850 1422 2128"> 6. ผศ.ดร. บำเหน็จ สุดชมโฉม วท.บ. ฟิสิกส์ (มจร.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มศว.ประสานมิตร) พร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 5 ปี

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>7. ผศ.ดร. นพฤทธิ์ จินันท์ญา วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 28 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. ชัชวาล วงศ์ชูสุข วท.บ. ฟิสิกส์ (มอ.) วท.ม. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ด. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>9. ผศ.ดร. วีรพัฒน์ พลอัน วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) ปร.ด. ฟิสิกส์เชิงเคมี (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>10. ผศ.ดร. สมาน มงคลสกุลวงศ์ กศ.บ. วิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ (มศว.บางแสน) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ปร.ด. คณิตศาสตร์ (ม.มหิดล) ประสบการณ์การสอน 24 ปี</p> <p>11. ผศ. มาลี สุทธิโอภาส วท.บ. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 33 ปี</p> <p>12. รศ.ดร. ชัยยะ เหลืองวิริยะ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Dr. rer. nat. (Physics) Otto-von-Guericke Universitat Magdeburg, Germany ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>13. ผศ.ดร. ญัฐพร ฉัตรแถม วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) M.S. (Physics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Colorado, USA. Ph.D. (Physics) University of Colorado, USA. ประสบการณ์การสอน 18 ปี</p> <p>14. รศ.ดร. วัชรวิ รัตนสกุลทอง วท.บ. ฟิสิกส์ (มอ.) วท.ม. ฟิสิกส์ประยุกต์ (สจล.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มวล.) ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>15. รศ.ดร. ภาคภูมิ เรือนจันทร์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>16. ผศ.ดร. สุชาร์ตน์ โชติกประคัลภ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) MS. (Energy Technology), AIT Dr.rer.nat. (Physics) Ruhr-University Bochum, Germany ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>17. ผศ.ดร. จรินทร์ โอชะคลัง วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มทส.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>18. ผศ.ดร. ศิริกาญจนา ทองมี วท.บ. ศึกษาศาสตร์ (มอ.) วท.ม. เคมีเชิงฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Ph.D. (Material Science) National University of Singapore, Singapore ประสบการณ์การสอน 7 ปี</p> <p>19. ผศ.ดร. เฉลิมพล กาญจนวรินทร์ MS. (Physics)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Oxford, UK. Ph.D. (Physics) University of Illinois at Urbana, USA. ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>20. ผศ.ดร. อภิชาติ พัฒนโกครัตนา B.S. (Physics) University of Colorado, USA. Ph.D. (Physics) University of Colorado, USA. ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>21. อ. กุลพันธ์ พิมพัสมาน B.S. (Electrical Engineering and Computer Science) and B.S. (Mathematics) MIT, USA. M.Eng. (Electrical Engineering) MIT, USA. M.S (Applied Physics) Harvard University, USA. ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>22. ผศ.ดร. สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) Ms. (Physics) Oregon State University, USA. Ph.D. (Physics) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 8 ปี</p> <p>23. อ.ดร. มณีเนตร เวชกามา วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Dr.rer.nat (Astrophysik) University of Pastdam, Germany ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>24. อ. สิทธิชัย ปิ่นกาญจนโรจน์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>25. อ.ดร. นพฤทธิ์ สมบูรณ์กิตติชัย วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) M.S. (Physics) with Distinction Imperial College London, UK. Ph.D. (Physics) Imperial College London, UK. ประสบการณ์การสอน 6.5 ปี</p> <p>26. อ.ดร. วิวัฒน์ วงศ์ก่อเกื้อ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) ปร.ด. ฟิสิกส์ (มทส.) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>27. รศ.ดร. อติศักดิ์ บุญชื่น วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Physics) Case Western Reserve University, USA. ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>28. ผศ.ดร. ปพิชญา ชัยสกุล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) M.Sc. (Physique et Applications) ENS Cachan, France Ph.D. (Physique) Université Paris-Sud, France ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>29. ดร. พีระ พงษ์กิติวิณิชกุล วท.บ. ฟิสิกส์ (ม.มหิดล) วท.ม. ฟิสิกส์ (จุฬาฯ)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วท.ด. ฟิสิกส์ (U of New Hampshire) ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>30. ผศ.ดร. วิทชุกร ภู่ทอง วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) Ms. (Materials Science and Engineering) Stanford, USA. Ph.D. (Materials Science and Engineering) Stanford, USA. ประสบการณ์การสอน 3 ปี</p> <p>31. ดร. ชีรภัทร วัชรธราพงศ์ วท.บ. ฟิสิกส์ (มก.) วท.ม. ฟิสิกส์ (มก.) Ph.D. (Materials theory) Uppsala university, Sweden ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p>
<p>01403114 ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป (Laboratory in Fundamental of General Chemistry)</p>	<p>1. ผศ.ดร. ทรงวุฒิ สุรมิตร วท.บ. เคมี (มช.) วท.ม. เคมี (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. ชันวารวรรณ ดั่งทองอยู่ วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 12 ปี</p> <p>3. ผศ.ดร. พิพัฒน์ คงประชา วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 2 (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>4. ผศ.ดร. วิรัชญา แก้ววัฒนะ วท.บ. เคมี (มก.) M.S. (Polymer Engineering),</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Akron, USA. Ph.D. (Polymer Engineering), University of Akron, USA. ประสบการณ์การสอน 28 ปี</p> <p>5. ผศ.ดร.จรรยา เจตนาเสน B.Sc. (Chemistry) U. Claude Bernard, France M.Sc. (Inorganic Chemistry) U. Claude Bernard, France Ph.D. (Nanomaterial) U. Claude Bernard, France ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>6. ผศ.ดร. ภัทรภาพร ลักษณะศิริกุล วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) D.Phil (Inorganic Chemistry) University of Oxford, UK ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. สุธาสินี กิตยาการ วท.บ. เคมี (มช.) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>8. ผศ.ดร. พัชรินทร์ ททรัพย์อากาศ วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 2 (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>9. ดร. รมิดา รัตนคาม วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D. (Inorganic Chemistry) The University of Sheffield, UK. ประสบการณ์การสอน 7 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>10. ดร. มนธิดา ร้าอรุณ วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. ปีโตรเคมี (จุฬาฯ) Ph.D. (Chemistry) La Trobe University, Australia ประสบการณ์การสอน 27 ปี</p> <p>11. ดร. ชาทิเฉลิม รักษากุล วท.บ. ฟิสิกส์ (มข.) วท.ม. เคมี (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 7 ปี</p> <p>12. ดร. พรรณนรี ศรีน้อย วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D. (Chemistry) University of Houston, USA. ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>13. ดร. สุพัตรา มิตรภานนท์ วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. ปีโตรเคมี-พอลิเมอร์ (จุฬา) Dr.rer.nat. (Chemistry) University of Vienna, Austria ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>14. รศ.ดร. จักรพันธ์ ศิริเจริญศรี วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>01403117</p> <p>หลักสูตรเคมีทั่วไป</p> <p>(Fundamental of General Chemistry)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. รศ.ดร. อภิสันต์ สงเสนา วท.บ. ชีวเคมี (จุฬาฯ) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D (Inorganic Chemistry) University of Bristol, UK ประสบการณ์การสอน 33 ปี 2. ผศ.ดร. พัชรินทร์ ทวีพรอากาศ วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 2 (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 15 ปี 3. รศ.ดร. ประภาศิริ พงษ์ประยูร วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) MRes (Bioinformatics) University of Leeds, UK D.Phil (Biochemistry) University of Oxford, UK ประสบการณ์การสอน 12 ปี 4. ผศ.ดร. ศุภกิจ อาชีวะวานิช วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D. (Physical Science) La Trobe University, AUS ประสบการณ์การสอน 14 ปี 5. ผศ. สายใจ ชาญเศรษฐิกุล วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 33 ปี 6. ดร. วิศิษฐ์ หิรัญย์ภิญโญภาค วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D. (Chemistry) University of Manchester, UK.

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. บุญธนา วรรณเลิศ วท.บ. เคมี (มช.) วท.ม. เคมี (มช.) วท.ด. เคมี (จุฬาฯ)</p> <p>ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>8. ดร. พรรณนรี ศรีน้อย วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D. (Chemistry) University of Houston, USA.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>9. ผศ.ดร. ครองขวัญ อัครชนิยากร วท.บ. เคมี (มก.) Ph.D. (Chemistry) University of Bristol, UK.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>10. ผศ.ดร. วิจิตต์ ศิริศักดิ์สุนทร วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Ph.D. (Inorganic Chemistry) Oregon State University, USA.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 8 ปี</p>
<p>01403221 เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)</p>	<p>1. ผศ.ดร. ชิตินันท์ กาศย์เกิด วท.บ. เคมี (จุฬาฯ) วท.ม. เคมี (จุฬาฯ) วท.ด. เคมี (จุฬาฯ)</p> <p>ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>2. ดร. สุนิสา อัครศรีสมิโย วท.บ. เคมี (ม.ศิลปากร) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (ม.ศิลปากร) ปร.ด. เคมี (มก.)</p> <p>ประสบการณ์การสอน 2 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>3. ผศ.ดร. พีรดา ยิ่งยวด วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) Ph.D. (Chemistry) Imperial College London, UK. ประสบการณ์การสอน 11 ปี</p> <p>4. รศ.ดร. วราภรณ์ พาราสุข วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 1 (จุฬาฯ) วท.ม. เคมีอินทรีย์ (จุฬาฯ) Dr.rer.nat. (Theoretical Chemistry) University of Vienna, Austria ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>5. ผศ.ดร. ชีระชาติ ลีประเสริฐ วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) Dr.rer.nat. (Chemistry) University of Vienna, Austria ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. ไพบูลย์ เงินมีศรี B.S. (Chemistry) Honors with high Distinction Indiana University, USA., Ph.D. (Organic Chemistry) Pennsylvania State University, USA ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. วันชัย ปลื้มภาณุภัทร วท.บ. เคมี (มก.) วท.ม. เคมี (จุฬาฯ) วท.ด. เคมี (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>8. ผศ.ดร. ณิชฐวัชร เชื้อนพรัตน์ วท.บ. เคมี (มธ.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	9. ผศ.ดร. วิชชา อิมอร่าม วท.บ. (เคมี) เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) Ph.D. (Organic Chemistry) University of Florida, USA., ประสบการณ์การสอน 11 ปี
01403222 เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ (Laboratory in Organic Chemistry)	1. รศ.ดร. ปกรณ์ วรรณระอมร วท.บ. (เคมี) เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) Ph.D. (Chemistry) University of Bristol, UK. ประสบการณ์การสอน 13 ปี
องค์กรความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม	
01205201 วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น (Introduction to Electrical Engineering)	1. ผศ.ดร. ณัฐวุฒิ ชินธเนศ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) ประสบการณ์การสอน 15 ปี 2. อ.ดร. เนาวรัตน์ เทพหริรักษ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) ประสบการณ์การสอน 2 ปี 3. ผศ.ดร. ปานจิต ดำรงกุลกำจร วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) M.S. (Electrical Engineering) Oklahoma State University, USA. Ph.D. (Electrical Engineering) Oklahoma State University, USA. ประสบการณ์การสอน 22 ปี 4. ผศ. ศิริวัฒน์ พูนวศิน วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) M.S. (Communications) University of Southern California, USA.

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>M.S. (Networking) University of Michigan, USA. ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p> <p>5. รศ.ดร. ศิริโรจน์ ศิริสุขประเสริฐ วศ.บ.วิศวกรรมไฟฟ้า เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง (มก.) M.S. (Electrical Engineering) Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. Ph.D. (Electrical Engineering) Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>6. อ. เสนีย์ ตั้งสถิตย์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) M.Eng. (Mechatronics) AIT ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p>
<p>01205202 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I (Electrical Engineering Laboratory I)</p>	<p>1. ผศ.ดร. กาญจนพันธ์ สุขวิชชัย วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง (มก.) M.Sc. (Electrical and Computer Engineering) University of New Haven, USA. D.Eng. (Mechatronics) AIT ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. เขาวลิต มิตรสันติสุข วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มธ.) M.Eng. (Electrical, Electronics and Information Engineering) Nagaoka University of Technology, Japan. D.Eng. (Energy and Environment Science)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Nagaoka University of Technology, Japan.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>3. ผศ.ดร. ญัฐวุฒิ ชินธเนศ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>4. ผศ.ดร. ธนากร ช้องเดช วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) ประสบการณ์การสอน 12 ปี</p> <p>5. รศ.ดร. พูนลาภ ลามศรีจันทร์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) D.Eng. Telecommunications (AIT) ประสบการณ์การสอน 20 ปี</p> <p>6. รศ.ดร.วรุฒ คุหิรัญ วศ.บ.วิศวกรรมไฟฟ้า (จุฬาฯ) M.S. (Electrical Engineering) Pennsylvania State University, USA. Ph.D. (Electrical Engineering) Pennsylvania State University, USA. ประสบการณ์การสอน 27 ปี</p> <p>7. อ. เสนีย์ ตั้งสถิตย์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) M.Eng. Mechatronics (AIT) ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p>
01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	1. รศ.ดร. อานนท์ รุ่งสว่าง วศ.บ.วิ วิศวกรรมไฟฟ้า (สจล.)

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
(Computers and Programming)	<p>Ph.D. (Computer Engineering) Ecole Nationale Supérieure des Telecommunications, France ประสบการณ์การสอน 24 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. ภัทร ลีลาพฤทธิ์ B.Eng. (Information and Computer Science) Osaka University, Japan M.Eng. (Computer Science) Osaka University, Japan Ph.D. (Information and Systems Engineering) Osaka University, Japan ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>3. ผศ.ดร. อัครพงศ์ พืชรุ่งเรือง วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.) M.S. Computer Science (AIT) Ph.D. (Engineering) University of Melbourne, AUS ประสบการณ์การสอน 27 ปี</p> <p>4. ผศ.ดร. อินทิราภรณ์ มูลศาสตร์ ศ.บ. เศรษฐศาสตร์ (มธ.) M.S. (Computer Science), University of Maryland, Baltimore County USA. Ph.D. Management of Technology (AIT) ประสบการณ์การสอน 32 ปี</p> <p>5. อ.ดร. มนต์ชัย โศภิชฎกมล วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) M.S. (Information Resources Management) Syracuse University, USA. Ph.D. (Information Technology)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>George Mason University, USA. ประสบการณ์การสอน 18 ปี</p> <p>6. ผศ.ดร. สุภาพร เอื้อจงมานี B.S. (Electrical and Computer Engineering) Carnegie Mellon University, USA. M.S. (Electrical and Computer Engineering) Georgia Institute of Technology, USA. Ph.D. (Electrical and Computer Engineering)</p> <p>Georgia Institute of Technology, USA. ประสบการณ์การสอน 11 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. ภารุจ รัตนวรพันธุ์ วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (มก.) M.Eng. (Electrical and Computer), University of Cornell Ph.D. (Electrical and Computer Engineering), University of Cornell ประสบการณ์การสอน 12 ปี</p> <p>8. อ.ดร. จิตติ นิรมิตรานนท์ วศ.บ. วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว (มก.) วท.ม. เทคโนโลยีสารสนเทศ (มก.) Ph.D. (Computer and Education) University of Nottingham, UK. ประสบการณ์การสอน 11 ปี</p> <p>9. ผศ.ดร. บัณฑิต มนัสเกษมศักดิ์ วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.) ประสบการณ์การสอน 9 ปี</p> <p>10. ผศ.ดร. อภิรักษ์ จันทร์สร้าง</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เกียรตินิยม อันดับสอง (มก.)</p> <p>วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.)</p> <p>วศ.ด. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.)</p> <p>ประสบการณ์การสอน 18 ปี</p> <p>11. อ.ดร. วิธวัช ตั้งตรงไพโรจน์</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.)</p> <p>วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.)</p> <p>D.Eng. (Information Science), Nara Institute of Science and Technology, Japan.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 1 ปี</p> <p>12. อ. สิทธิชัย ศรีอ่อน</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (มก.)</p> <p>M.S. (Electrical Engineering) Clemson University, USA.</p> <p>M.E. (Electrical Engineering) University of Virginia, USA.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 26 ปี</p>
<p>01208111</p> <p>การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)</p>	<p>1. ผศ. ชงชัย หลุทัยสไต</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.)</p> <p>วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.)</p> <p>ประสบการณ์การสอน 20 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. อนุรักษ์ศักดิ์ บุญมี</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.)</p> <p>M.S. (Fire Protection Engineering) University of Maryland, USA.</p> <p>Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Maryland, USA.</p> <p>ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>3. รศ.ดร. คุณยุต เอี่ยมสอาด</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.)</p> <p>M.S. (Industrial Engineering)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Pittsburgh, USA. M.S. (Mechanical Engineering) Carnegie Mellon University, USA. Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Missouri-Rolla, USA. ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>4. อ. ชาญเวช ศิลพิพัฒน์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.Eng. (Agricultural Machinery and Management) Asian Institute of Technology ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>5. ผศ.ดร. อรรถพร วิเศษสินธุ์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.Eng. (Mechanical Engineering) Nagaoka University of Technology, Japan. D.Eng. (Material Science) Nagaoka University of Technology, Japan. ประสบการณ์การสอน 12 ปี</p> <p>6. ผศ.ดร. กรรรมันต์ ชูประเสริฐ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.Eng. (Manufacturing System Engineering) Asian Institute of Technology. วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 20 ปี</p> <p>7. ผศ.ดร. เฉลิมพล เปล่งสะอาด วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) Oregon State University, USA. Ph.D. (Mechanical Engineering)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Wisconsin-Madison, USA. ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. ชินฉันทย์ อารีประเสริฐ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.Eng. (Environmental Science and Technology) Tokyo Institute of Technology, Japan. D.Eng. (Environmental Science and Technology) Tokyo Institute of Technology, Japan. ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>9. รศ.ดร. อังรงค์ พุทธาพิทักษ์ผล วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) Oregon State University, USA. Ph.D. (Mechanical Engineering) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>10. รศ.ดร. อภิชาติ แจ้งบำรุง วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มช.) M.Eng. (Energy and Environmental Science) Utsunomiya University, Japan. Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Wollongong, Australia. ประสบการณ์การสอน 27 ปี</p> <p>11. อ.ดร. ภูวนาด ประมาพจน์ วศ.บ. วิศวกรรมโลหการและวัสดุ (จุฬาฯ) M.S. (Mechanical Engineering) Michigan Technological University, USA. Ph.D. (Mechanical Engineering) The Pennsylvania State University, USA. ประสบการณ์การสอน 4 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>12. อ.ดร. อัญชญา วงษ์โต วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) University of Manchester Institute of Science and Technology Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Manchester Institute of Science and Technology ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p>
<p>01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mechanics I)</p>	<p>1. อ.ดร. จิระชัย มิ่งบรรเจิดสุข วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) Ph.D. (Polymer Engineering) Loughborough University, UK. ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. เฉลิมพล เปล่งสะอาด วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) Oregon State University, USA. Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Wisconsin-Madison, USA. ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>3. รศ.ดร. อารังค์ พุทธาพิทักษ์ผล วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) Oregon State University, USA. Ph.D. (Mechanical Engineering) Oregon State University, USA. ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>4. รศ.ดร. ชัยยากร จันทร์สุวรรณ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) Rensselaer Polytechnic Institute, USA.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Ph.D. (Mechanical Engineering) Rensselaer Polytechnic Institute, USA. ประสบการณ์การสอน 19 ปี</p> <p>5. ผศ.ดร. พงศ์ธร พรหมบุตร วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มช.) M.Eng. (Mechanical Engineering) University at Buffalo, USA. M.S. (Mechanical Engineering) Ecole Nationale Supérieure de l’Aéronautique et de l’Espace (ENSAE), France. Ph.D. (Mechanical Engineering) University Paul Sabatier (Toulouse III), France. ประสบการณ์การสอน 12 ปี</p> <p>6. อ.ดร. อัญชญา วงษ์โต วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.S. (Mechanical Engineering) University of Manchester Institute of Science and Technology Ph.D. (Mechanical Engineering) University of Manchester Institute of Science and Technology ประสบการณ์การสอน 17 ปี</p> <p>7. ผศ. ชงชัย หฤทัยสไตส์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) ประสบการณ์การสอน 20 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. วีรชัย ชัยวรพฤกษ์ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) M.Eng. (Mechanical Engineering) National Institute of Applied Sciences of Lyon, France.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วศ.ด. วิศวกรรมเครื่องกล (มก.) ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>9. ผศ.ดร. ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล (มจร.) M.Eng. (Mechanical Engineering) University of Southern California, USA. Ph.D. (Mechanical and Aerospace Engineering) North Carolina State University, USA. ประสบการณ์การสอน 20 ปี</p> <p>10. อ.ดร. คณศ คัจฉสุวรรณมณี วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ (มก.) M.S. (Engineering Management) Brunel University London, UK. Ph.D. (Energy Efficient Sustainable Manufacturing) Brunel University London, UK. ประสบการณ์การสอน 3 ปี</p> <p>11. ผศ.ดร. ประพจน์ ขุนทอง วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ (มก.) M.S. (Engineering Management) Clemson University, USA. Ph.D. (Civil Engineering) Clemson University, USA. ประสบการณ์การสอน 27 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม</p> <p>01202211</p> <p>หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี (Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering)</p>	<p>1. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) วศ.ม. วิศวกรรมอาหาร (มจร.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วศ.ด. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>2. ดร. ณัชนพล เจียรสำราญ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) M. Phil. (Chemical Engineering) Newcastle University, UK. Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p>
<p>01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Thermodynamics I)</p>	<p>1. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p>
<p>01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Thermodynamics II)</p>	<p>1. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p>
<p>01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร (Materials Science for Engineers)</p>	<p>1. ผศ.ดร.กษิติศ พนมสุวรรณ วท.บ. ฟิสิกส์ เกียรตินิยมอันดับ 2 (จุฬาฯ) วท.ม. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาฯ) D.Eng. (Materials Science and Engineering) Nagoya University, Japan ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>2. อ.ดร. กฤษณา สุรวัดน์วิเศษ วศ.บ. วิศวกรรมวัสดุ เกียรตินิยมอันดับ 2 (มก.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>M.Eng. (Materials Science and Engineering) Lehigh University, USA.</p> <p>Ph.D. (Materials Science and Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์การสอน 6 ปี</p> <p>3. รศ.ดร. ดวงฤดี ฉายสุวรรณ วท.บ. วัสดุศาสตร์ (เซรามิกส์) (จุฬาฯ) Ph.D. (Materials Science and Engineering), University of Leeds, UK ประสบการณ์การสอน 25 ปี</p> <p>4. อ. ธนวรรธก์ มีศักดิ์ M.Eng. (Materials Science and Engineering) Imperial College of Science, Technology and Medicines, UK ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>5. อ.ดร. นเร ผิวนิม B.Sc. (Chemistry) Australian National University, Australia Ph.D. (Chemical Engineering and Advanced Materials) Newcastle University, UK ประสบการณ์การสอน 10 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. นุชนภา ตั้งบริบูรณ์ วท.บ. เคมี (ม.บูรพา) วท.ม. วัสดุศาสตร์ (จุฬาฯ) ปร.ด. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 16 ปี</p> <p>7. รศ.ดร. ปฎิภาณ จุ้ยเจิม วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ (มจร.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วศ.ม. วิศวกรรมโลหการ (จุฬาฯ) Dr.Ing. (Mechanical Engineering) University of Kassel, Germany ประสบการณ์การสอน 22 ปี</p> <p>8. ผศ.ดร. ปริญญา ฉกาจนโรดม วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) M.S. (Materials Science & Engineering), Michigan Technological University, USA. Ph.D. (Materials Science & Engineering), Michigan Technological University, USA. ประสบการณ์การสอน 14 ปี</p> <p>9. ผศ. พรทิพย์ เล็กพิทยา วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ (มก.) วท.ม. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 23 ปี</p> <p>10. ผศ.ดร. ยูนันท์ หาญลำยวง B.S. (Materials Science and Engineering) Carnegie Mellon University, USA. M.S. (Materials Science and Engineering) University of California, Berkley, USA. Ph.D. (Materials Science and Engineering) University of California, Berkley, USA. ประสบการณ์การสอน 7 ปี</p> <p>11. ผศ.ดร. รติพร มั่นพรหม วศ.บ. วิศวกรรมวัสดุ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) M.S. (Energy Science, Technology and Policy Concentration: Materials Science and Engineering) Carnegie Mellon University, USA.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Ph.D. (Materials Science and Engineering) Carnegie Mellon University, USA. ประสบการณ์การสอน 8 ปี</p> <p>12.รศ.ดร. ราชธีร์ เตชไพศาลเจริญกิจ B.S. First Class Honour (Materials Science and Engineering) Northwestern University, USA. M.S. (Materials Science and Engineering) Massachusetts Institute of Technology, USA. Ph.D. (Structural and Environmental Materials) Massachusetts Institute of Technology, USA. ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>13.อ.ดร. วรวัชร วัฒนฐานะ วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) วท.ม. เคมี (มก.) ปร.ด. เคมี (มก.) ประสบการณ์การสอน 5 ปี</p> <p>14.รศ.ดร. สมเจตน์ พ็ชรพันธ์ วศ.บ.วิ วิศวกรรมอุตสาหกรรม (มจร.) วศ.ม. เทคโนโลยีวัสดุ (มจร.) Dr.Ing. (Mechanical Engineering) Chemnitz University of Technology, Germany ประสบการณ์การสอน 21 ปี</p> <p>15.รศ.ดร. สุรรัตน์ ผลศิลป์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (ม.รังสิต) วศ.ม. วิศวกรรมโลหการ (จุฬาฯ) Ph.D. (Metallurgical and Materials Engineering),</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Melbourne, Australia ประสบการณ์การสอน 18 ปี</p> <p>16.รศ.ดร. อภิชาติ โรจนโรวรรณ B.Sc. (Economics & Chemistry) (Suma Cum Laude) Syracuse University, USA. M.Sc. (Chemistry) The University of Utah, USA. Ph.D. (Metallurgical Engineering) The University of Utah, USA. ประสบการณ์การสอน 13 ปี</p> <p>17.รศ.ดร. อภิรัตน์ เกาห์บุตรี วท.บ. เคมี เกียรตินิยมอันดับ 2 (มจร.) วท.ม. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาฯ) พร.ด. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาฯ) ประสบการณ์การสอน 18 ปี</p> <p>18.ผศ.ดร. อมรรัตน์ เลิศวรสิริกุล วท.บ. วัสดุศาสตร์ เกียรตินิยมอันดับ 2 (จุฬาฯ) วท.ม. วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ (วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาฯ) D.Eng. (Biotechnology and Life Science), Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan ประสบการณ์การสอน 15 ปี</p> <p>19.รศ.ดร.อรทัย จงประทีป B.S. (Materials Science and Engineering) Columbia University, USA. M.S. (Materials Science and Engineering)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Columbia University, USA. Ph.D. (Materials Science and Engineering), University of Missouri-Rolla, USA. ประสบการณ์การสอน 12 ปี</p> <p>20.ผศ.ดร. อัมพิกา บันสิทธิ์ วศ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ เกียรตินิยมอันดับ 1 (มก.) M.S. (Materials Science and Engineering) Stanford University, USA. Ph.D. (Materials Science and Engineering) Northwestern University, USA. ประสบการณ์การสอน 22 ปี</p>
<p>01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I (Unit Operations I)</p>	<p>1. รศ.ดร. ปวีณา ประไพไยนา วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK. ประสบการณ์สอน 12 ปี</p>
<p>01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II (Unit Operations II)</p>	<p>1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มหิดล) M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มจพ.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 27 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>01202312</p> <p>การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III</p> <p>(Unit Operations III)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. รศ.ดร. ชงไทย วิฑูรย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 12 ปี 2. ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช วท.บ. เคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan. ประสบการณ์สอน 26 ปี
<p>01202313</p> <p>ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I</p> <p>(Chemical Engineering Laboratory I)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (ม.มหิดล) M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA. ประสบการณ์สอน 20 ปี 2. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล วท.บ. เคมีวิศวกรรม เกียรตินิยมอันดับ 2 (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Drexel USA. ประสบการณ์สอน 17 ปี 3. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყყ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) วศ.ม. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) วศ.ด. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) ประสบการณ์สอน 12 ปี 4. ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ)

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>M. Phil. (Chemical Engineering) Newcastle University, UK.</p> <p>Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK.</p> <p>ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>5. ศ.ดร. ชงไชย โรหิตะดิษฐ ศรีนพคุณ วท.บ. เทคโนโลยีอาหาร (มก.) บริหารธุรกิจ (การตลาด) (รามคำแหง) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 34 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. ชงไทย วิฑูรย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>7. รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. ปวีณา ประไพณัยนา วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK. ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>9. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ วท.บ. เคมี (มข.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 33 ปี</p> <p>10. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. ประสบการณ์สอน 30 ปี</p> <p>11. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>12. ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช วท.บ. เคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>13. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany. Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria. ประสบการณ์สอน 13 ปี</p> <p>14. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. วิภาดา วรารักษ์บัณฑิตวิทย วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>16. ผศ.ดร. ศุภพัชรี รอดเดชา วท.บ. เคมี (ม.มหิดล) วท.ม. เคมีเชิงฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) Rochester University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>17. รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. ประสบการณ์สอน 25 ปี</p> <p>18. ศ.ดร. สุนันท์ ถิ่นตระกูล วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Sc. (Chemical Engineering) University of Washington, USA. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>19. รศ.ดร. อนุสรณ์ สืบสาย วท.บ. เคมี (ม.มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) California Los Angeles University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>20. รศ.ดร. อนุสิษฐ์ ณะพิมพ์เมธา วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มจพ.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 27 ปี</p> <p>21. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.A.Sc. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p>
<p>01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Laboratory II)</p>	<p>1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มหิดล) M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล วท.บ. เคมีวิศวกรรม เกียรตินิยมอันดับ 2 (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Drexel USA. ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>3. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) วศ.ม. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) วศ.ด. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>4. ดร. ณิชพล เจียรสำราญ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>M. Phil. (Chemical Engineering) Newcastle University, UK.</p> <p>Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK.</p> <p>ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>5. ศ.ดร. ชงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรีนพคุณ วท.บ. เทคโนโลยีอาหาร (มก.) บริหารธุรกิจ (การตลาด) (รามคำแหง) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 34 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. ชงไทย วิฑูรย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>7. รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. ปวีณา ประไพยนา วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK. ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>9. ดร. พรรณทิตา ลิ่มแหลมทอง วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering).</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Imperial College London, UK. Ph.D. (Chemical Engineering), Imperial College London, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>10. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ วท.บ. เคมี (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 33 ปี</p> <p>11. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. ประสบการณ์สอน 30 ปี</p> <p>12. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>13. ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช วท.บ. เคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>14. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany.</p> <p>Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria.</p> <p>ประสบการณ์สอน 13 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>16. ผศ.ดร. วิภาดา วรารักษ์บัณฑิต วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>17. ผศ.ดร. ศุภพัชรี รอดเดชา วท.บ. เคมี (มหิดล) วท.ม. เคมีเชิงฟิสิกส์ (มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) Rochester University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>18. รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. ประสบการณ์สอน 25 ปี</p> <p>19. ศ.ดร. สุนันท์ ลิ้มตระกูล วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Sc. (Chemical Engineering) University of Washington, USA.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>20. รศ.ดร. อนุสรณ์ สืบสาย วท.บ. เคมี (มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) California Los Angeles University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>21. รศ.ดร. อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มจพ.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 27 ปี</p> <p>22. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.A.Sc. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p>
<p>01202216</p> <p>ปรากฏการณ์การถ่ายโอน (Transport Phenomena)</p>	<p>1. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) วศ.ม. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) วศ.ด. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>2. ศ.ดร. สุนันท์ ลิ้มตระกูล วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Sc. (Chemical Engineering) University of Washington, USA. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p>
<p>01202341</p> <p>วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction Engineering)</p>	<p>1. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. ประสบการณ์สอน 30 ปี</p> <p>2. ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช วท.บ. เคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p>
<p>01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Plant Design)</p>	<p>1. รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. ประสบการณ์สอน 25 ปี</p>
<p>01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Equipment Design)</p>	<p>1. ดร. พรรณทิศา ลี้มแหลมทอง วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering). Imperial College London, UK. Ph.D. (Chemical Engineering), Imperial College London, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany. Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria. ประสบการณ์สอน 13 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I (Cheical Engineering Project I)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="847 277 1422 645"> <p>1. ผศ.ดร. กานติส สุตสาคร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (ม.มหิดล) M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <li data-bbox="847 667 1422 1093"> <p>2. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล วท.บ. เคมีวิศวกรรม เกียรตินิยมอันดับ 2 (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Drexel USA. ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <li data-bbox="847 1115 1422 1370"> <p>3. รศ.ดร. ชลิตา เนียมน้ย วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) วศ.ม. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) วศ.ด. วิศวกรรมอาหาร (มจร.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <li data-bbox="847 1393 1422 1818"> <p>4. ดร. ณัชพล เจียรสำราญ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) M. Phil. (Chemical Engineering) Newcastle University, UK. Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <li data-bbox="847 1841 1422 2098"> <p>5. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรินพคุณ วท.บ. เทคโนโลยีอาหาร (มก.) บริหารธุรกิจ (การตลาด) (รามคำแหง) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 34 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. ชงไทย วิฑูรย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>7. รศ.ดร. นันทิยา หาญสกุลลักษณ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყานานา วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK. ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>9. ดร. พรรณทิตา ลี้มแหลมทอง วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering). Imperial College London, UK. Ph.D. (Chemical Engineering), Imperial College London, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>10. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ วท.บ. เคมี (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 33 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>11. ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. ประสบการณ์สอน 30 ปี</p> <p>12. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>13. ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช วท.บ. เคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>14. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany. Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria. ประสบการณ์สอน 13 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>16. ผศ.ดร. วิกานดา วรารักษ์บัณฑิตวิทย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>17. ผศ.ดร. ศุภพัชรี รอดเดชา วท.บ. เคมี (ม.มหิดล) วท.ม. เคมีเชิงฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) Rochester University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>18. รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. ประสบการณ์สอน 25 ปี</p> <p>19. ศ.ดร. สุพันธ์ ลิ้มตระกูล วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Sc. (Chemical Engineering) University of Washington, USA. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>20. รศ.ดร. อนุสรณ์ สืบสาย วท.บ. เคมี (ม.มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) California Los Angeles University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>21. รศ.ดร. อนุสิษฐ์ ณะพิมพ์เมธา วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มจพ.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.)</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>ประสบการณ์สอน 27 ปี</p> <p>22. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.)</p> <p>M.A.Sc. (Chemical Engineering)</p> <p>University of Waterloo, Canada.</p> <p>Ph.D. (Chemical Engineering)</p> <p>University of Waterloo, Canada.</p> <p>ประสบการณ์สอน 19 ปี</p>
<p>01202499</p> <p>โครงการวิศวกรรมเคมี II</p> <p>(Chemical Engineering Project II)</p>	<p>1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มหิดล)</p> <p>M.S. (Chemical Engineering)</p> <p>West Virginia University, USA.</p> <p>Ph.D. (Chemical Engineering)</p> <p>University of Pittsburgh, USA.</p> <p>ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรมผล</p> <p>วท.บ. เคมีวิศวกรรม เกียรตินิยมอันดับ 2</p> <p>(จุฬาฯ)</p> <p>M.S. (Chemical Engineering)</p> <p>University of Drexel, USA.</p> <p>Ph.D. (Chemical Engineering)</p> <p>University of Drexel USA.</p> <p>ประสบการณ์สอน 17 ปี</p> <p>3. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.)</p> <p>วศ.ม. วิศวกรรมอาหาร (มจร.)</p> <p>วศ.ด. วิศวกรรมอาหาร (มจร.)</p> <p>ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>4. ดร. ณิชพล เจียรสำราญ</p> <p>วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.)</p> <p>วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ)</p> <p>M. Phil. (Chemical Engineering)</p> <p>Newcastle University, UK.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>5. ศ.ดร. ชงไชย โรหิตะดิษฐ ศรีนพคุณ วท.บ. เทคโนโลยีอาหาร (มก.) บริหารธุรกิจ (การตลาด) (รามคำแหง) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 34 ปี</p> <p>6. รศ.ดร. ชงไทย วิฑูรย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>7. รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p> <p>8. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყานานา วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK. ประสบการณ์สอน 12 ปี</p> <p>9. ดร. พรรณทิตา ลิ่มแหลมทอง วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering). Imperial College London, UK. Ph.D. (Chemical Engineering),</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Imperial College London, UK. ประสบการณ์สอน 3 ปี</p> <p>10. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ วท.บ. เคมี (มข.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 33 ปี</p> <p>11. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุทัย วท.บ. เคมีวิศวกรรม (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA. ประสบการณ์สอน 30 ปี</p> <p>12. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p> <p>13. ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช วท.บ. เคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>14. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany.</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria.</p> <p>ประสบการณ์สอน 13 ปี</p> <p>15. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>16. ผศ.ดร. วิกานดา วรารักษ์บัณฑิต วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p> <p>17. ผศ.ดร. ศุภพัชรี รอดเดชา วท.บ. เคมี (ม.มหิดล) วท.ม. เคมีเชิงฟิสิกส์ (ม.มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) Rochester University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>18. รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada. ประสบการณ์สอน 25 ปี</p> <p>19. ศ.ดร. สุนันท์ ลิ้มตระกูล วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มช.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) D.Sc. (Chemical Engineering) University of Washington, USA. ประสบการณ์สอน 26 ปี</p> <p>20. รศ.ดร. อนุสรณ์ สืบสาย</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	<p>วท.บ. เคมี (ม.มหิดล) Ph.D. (Chemical Engineering) California Los Angeles University, USA. ประสบการณ์สอน 9 ปี</p> <p>21. รศ.ดร. อนุสิทธิ์ ชนะพิมพ์เมธา วท.บ. เคมีอุตสาหกรรม (มจพ.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (จุฬาฯ) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 27 ปี</p> <p>22. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.A.Sc. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p>
<p>01202421 พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม (Process Dynamics and Control)</p>	<p>1. ศ.ดร. ชงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรีนพคุณ วท.บ. เทคโนโลยีอาหาร (มก.) บริหารธุรกิจ (การตลาด) (รามคำแหง) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มจร.) Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia. ประสบการณ์สอน 34 ปี</p> <p>2. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล วท.บ. เคมีวิศวกรรม เกียรตินิยมอันดับ 2 (จุฬาฯ) M.S. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Drexel USA. ประสบการณ์สอน 17 ปี</p>

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
<p>01202431</p> <p>เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Economics and Cost Estimation)</p>	<p>1. ผศ.ดร. กานติส สุตสาคร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (ม.มหิดล) M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA. ประสบการณ์สอน 20 ปี</p>
<p>01202362</p> <p>วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง (Safety Engineering and Risk Assessment)</p>	<p>1. รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มจร.) M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA. ประสบการณ์สอน 19 ปี</p> <p>2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p>
<p>01202361</p> <p>เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี (Green Technology for Chemical Engineer)</p>	<p>1. ผศ.ดร. วิกานดา วรารักษ์บัณฑิตวิทย์ วศ.บ. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ม. วิศวกรรมเคมี (มก.) วศ.ด. วิศวกรรมเคมี (มก.) ประสบการณ์สอน 6 ปี</p>

ส่วนที่ 5 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา

1. ห้องปฏิบัติการ

1.1 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการดังนี้

- 1.1.1. ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย ชั้น 1
- 1.1.2. ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย ชั้น 3
- 1.1.3. ห้องปฏิบัติการกลาง ชั้น 4

1.1.1 ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย ชั้น 1



รูปที่ 1.1 ชุดปฏิบัติการเดือดและการควบแน่นถ่ายเทความร้อน



รูปที่ 1.2 ชุดปฏิบัติการกรองของเหลวด้วยความดัน



รูปที่ 1.3 ชุดปฏิบัติการทดลองการกลั่นแบบลำดับส่วน



รูปที่ 1.4 ชุดปฏิบัติการทดลองการสกัดด้วยของเหลว

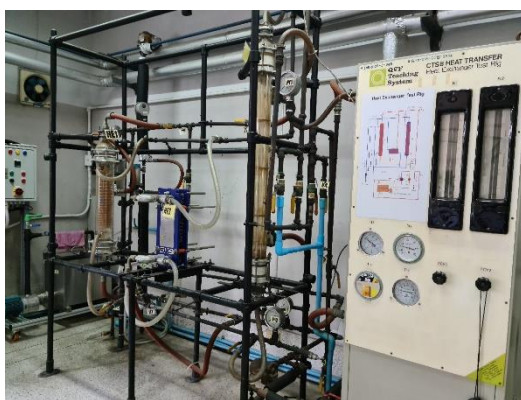
1.1.2 ห้องปฏิบัติการเฉพาะหน่วย ชั้น 3



รูปที่ 1.5 ชุดทดลอง Friction Loss in Pipe



รูปที่ 1.6 ชุดทดลอง Process Control



รูปที่ 1.7 ชุดทดลอง Heat Exchanger



รูปที่ 1.8 ชุดทดลอง Evaporator



รูปที่ 1.9 ชุดทดลอง Absorption



รูปที่ 1.10 ชุดทดลอง Level Control



รูปที่ 1.11 ชุดทดลอง Cooling Tower



รูปที่ 1.12 ชุดทดลอง Batch Tray Drying



รูปที่ 1.13 ชุดทดลอง Reactor



รูปที่ 1.14 ชุดทดลอง Ball Mill and Sieve Analysis



รูปที่ 1.15 ชุดทดลอง Sedimentation



รูปที่ 1.16 ชุดทดลอง Reynolds number

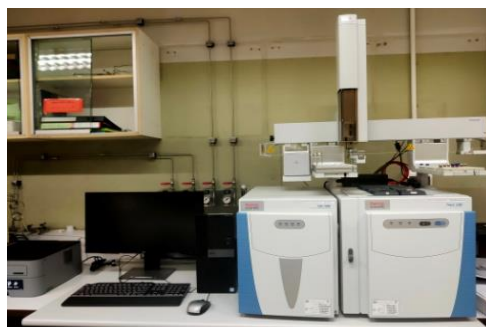


รูปที่ 1.17 ชุดทดลอง Temperature Control

1.1.3 ห้องปฏิบัติการกลาง ชั้น 4



รูปที่ 1.18 Thermogravimetric Analysis (TGA)



รูปที่ 1.19 Gas Chromatography-Mass Spectrometry



รูปที่ 1.20 Gas Chromatography (GC 1)



รูปที่ 1.21 Gas Chromatography (GC 2)



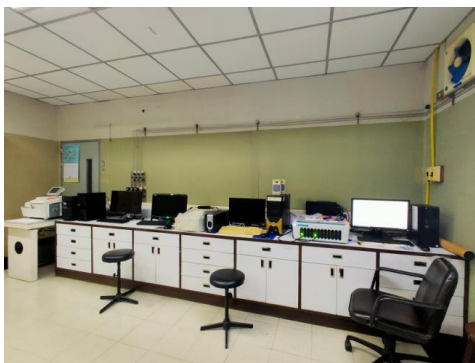
รูปที่ 1.22 UV-VIS Spectrophotometer



รูปที่ 1.23 Potentiometer



รูปที่ 1.24 High-Performance Liquid Chromatograph (HPLC)



รูปที่ 1.25 ห้องปฏิบัติการกลาง



รูปที่ 1.26 เครื่องทำน้ำ DI. (Ultra-Pure Deionized Water)



รูปที่ 1.27 เครื่องกลั่นน้ำ



รูปที่ 1.28 เตาเผาอุณหภูมิสูง



รูปที่ 1.29 ตู้อบเครื่องแก้ว



รูปที่ 1.30 ตู้แช่อุณหภูมิตดล



รูปที่ 1.31 Incubator



รูปที่ 1.32 Rotary Evaporator

1.2 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ได้ทำการติดตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่โปรแกรม MATLAB และ โปรแกรม AspenOne Engineering

ซอฟต์แวร์เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน (คณะ)

นอกจากสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ของนิสิตที่เป็นสถานที่แล้ว คณะฯ ยังให้ความสำคัญกับซอฟต์แวร์ที่ใช้สนับสนุนการเรียนการสอนของนิสิตอีกด้วย คณะฯ มีการจัดการเรียนการสอนให้กับนิสิตโดยใช้โปรแกรมต่างๆ เช่น ANSYS, aspenONE®, COMSOL, MATLAB-Campus Wide License, NI, SIMULIA, SOLIDWORKS, Catia-3DEXPERIENCE เป็นต้น

2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ

2.1 ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

รายละเอียดของจำนวนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในระดับของคณะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ห้องสมุดคณะฯ ได้จัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ต่างๆ ให้เพียงพอและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนให้กับนิสิต อาจารย์ และบุคลากรทั้งภายในและภายนอกคณะฯ สรุปผลการสำรวจจำนวนสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ประจำปีการศึกษา 2563 แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนทรัพยากรภายในห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2563

ทรัพยากรภายในห้องสมุด	จำนวน
หนังสือภาษาไทย	8,298 เล่ม
หนังสือภาษาอังกฤษ	11,306 เล่ม
หนังสือวิทยานิพนธ์	900 เล่ม
วารสารภาษาไทย	3 รายชื่อ
วารสารภาษาอังกฤษ (บอกรับพร้อมฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์)	1 รายชื่อ
สื่อการเรียนการสอน	3,093 แผ่น
แบ่งเป็น	
CD-ROM ประกอบตำราภาษาไทย	91 แผ่น
CD-ROM ประกอบตำราภาษาอังกฤษ	308 แผ่น
CD วิทยานิพนธ์	2,551 แผ่น
CD โครงการวิศวกรรม	503 แผ่น
แบ่งเป็น	
-สาขาวิศวกรรมการบินและอวกาศ	8 แผ่น

ทรัพยากรภายในห้องสมุด	จำนวน
-สาขาวิศวกรรมเคมี	113 แผ่น
-สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ	7 แผ่น
-สาขาวิศวกรรมเครื่องกล	48 แผ่น
-สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์	165 แผ่น
-สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต	42 แผ่น
-สาขาวิศวกรรมวัสดุ	120 แผ่น
ฐานข้อมูล Knovel (E-Book)	1 ฐาน
คอมพิวเตอร์สืบค้นข้อมูล	7 เครื่อง
คอมพิวเตอร์ให้บริการยืม/คืน	1 เครื่อง
โต๊ะคอมพิวเตอร์	7 ตัว
โต๊ะอ่านหนังสือ	55 ตัว
เก้าอี้นั่งอ่านหนังสือ	216 ตัว
ชุดโซฟา	1 ชุด
ชั้นหนังสือ	28 แถว
ตู้บานเลื่อนกระจก	6 หลัง
ตู้บานเลื่อนเหล็ก	4 หลัง
ตู้โชว์	3 ชุด

- ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้จัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ต่างๆ ให้เพียงพอและเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนให้กับนิสิต อาจารย์ และบุคลากร ทั้งภายในและภายนอกคณะฯ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สิ่งสนับสนุนในศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	จำนวน	การดำเนินการ
Computer/Internet	20 เครื่อง	เพื่อใช้ในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม, สืบค้นข้อมูลข่าวสารทางอินเทอร์เน็ต
มุมอ่านหนังสือ	1 มุม	เพื่อใช้ในการอ่านหนังสือ, ทำงานต่างๆ
ห้องติว	2 ห้อง	เพื่อใช้ในการติวหนังสือ
ห้อง Teleconference	2 ห้อง	เพื่อใช้ในการประชุมงาน หรือ Present Project ทางไกลด้วยเสียงและภาพ
ห้องประชุมย่อย	1 ห้อง	ประชุมงานกลุ่มย่อยเล็กๆ
มุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	2 จุด	เพื่อใช้อ่านหนังสือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้



รูปที่ 2.1 ภาพกิจกรรมภายในศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง คณะวิศวกรรมศาสตร์

- ซอฟต์แวร์เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

คณะฯ มีซอฟต์แวร์ Infrastructure และระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน ดังนี้ ซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ Window10 พร้อมกับ Microsoft EES Desktop Package ติดตั้งบน Desktop ณ ศูนย์คอมพิวเตอร์วิศวกรรม (อาคาร 19) เพื่อรองรับการเรียนการสอนของนิสิตทั้งคณะฯ สำหรับระบบคลาวด์ อาจารย์และนิสิตสามารถแจ้ง ความจำนงขอ Virtual Machine เพื่อการเรียนการสอนและทำวิจัยได้ สามารถระบุความต้องการ

ของระบบปฏิบัติการได้ 3 แบบคือ Window Server 2019, Window10 หรือ Linux ในส่วนของ Infrastructure คณะมีบริการสัญญาณ Wi-Fi ตามมาตรฐาน IEEE802.11ac และในบางพื้นที่ได้ปรับเป็น IEEE802.11ax (หรือ Wi-Fi6) โดยมีสัญญาณครอบคลุมทั่วพื้นที่ของคณะทั้งในและนอกห้องเรียนรวมถึงบริเวณที่นิสิตใช้เป็นที่สนทนา การเชื่อมต่อระหว่างอาคารภายในคณะผ่าน Optical Fiber Backbone ขนาด 24-core ปัจจุบันใช้เพียง 2-4 cores ที่อัตราเร็ว 20-40 Gbps นิสิตสามารถใช้ประโยชน์จากเครื่อง Desktop ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์วิศวกรรม ในกรณีที่ใช้ผ่านระบบคลาวด์และ Infrastructure ดังกล่าวในข้างต้นนั้น นิสิตสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้โดยไม่ว่าจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดภายในคณะ

2.2 สิ่งอำนวยความสะดวก

ระบบการดำเนินงานของภาควิชา/คณะ/สถาบัน โดยมีส่วนร่วมของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเพื่อให้มีสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี แบ่งออกเป็นสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในระดับคณะฯ และระดับภาควิชาฯ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในระดับของคณะ

- ห้องเรียนส่วนกลางของคณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์จัดห้องเรียนส่วนกลางเพื่อจัดการเรียนการสอนโดยห้องเรียนส่วนกลางตั้งอยู่ที่อาคาร 3 อาคาร 8 และอาคาร 14 โดยผู้ใช้บริการสามารถเข้าไปจองห้องเรียนผ่านระบบห้องเรียนส่วนกลางของคณะวิศวกรรมศาสตร์

- ห้องเรียนสำหรับบันทึกการเรียนการสอน Video Recording Classroom

คณะวิศวกรรมศาสตร์จัดห้องเรียนสำหรับบันทึกการเรียนการสอน เพื่อให้บริการสำหรับอาจารย์ในการผลิตสื่อการศึกษาประกอบการเรียนในแต่ละรายวิชา เมื่อมีการเรียนการสอนจะสามารถบันทึกทั้งภาพและเสียงจากห้องเรียนได้ ภายใต้การควบคุมของเจ้าหน้าที่สารสนเทศและประชาสัมพันธ์ ทำหน้าที่ควบคุมการบันทึก มุมกล้องให้รายละเอียดวีดีทัศน์ ระยะเวลาที่บันทึกและรายละเอียดอื่น ๆ



รูปที่ 2.2 ห้องเรียนสำหรับบันทึกการเรียนการสอน Video Recording Classroom

- ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ภาพที่ 18) ตั้งอยู่บริเวณ ชั้น 2 และ ชั้น 3 ของอาคารชูชาติ กำภู (อาคาร14) มีพื้นที่ประมาณ 800 ตารางเมตร เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลความรู้ทางวิชาการด้านวิศวกรรม และจัดทำทรัพยากรสารสนเทศด้านวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนจัดเก็บรักษาเผยแพร่และให้บริการต่างๆ กับอาจารย์ นิสิต บุคลากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และผู้สนใจภายนอกมหาวิทยาลัย โดยใช้โปรแกรมระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Innovative Millennium ให้บริการทรัพยากรสารสนเทศในรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ หนังสือ วารสาร หนังสือพิมพ์ ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ สื่อโสตทัศนวัสดุ และฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.3 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

นอกจากนี้ ห้องสมุดคณะฯ ได้ให้บริการทรัพยากรเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการวิจัยในระดับสากล ได้แก่ ฐานข้อมูล Knovel ซึ่งคณะได้บอกรับฐานข้อมูล Knovel โดยร่วมสนับสนุนค่าใช้จ่ายกับสำนักหอสมุด มก. ในสัดส่วน 50 : 50 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้ให้ความสำคัญกับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเป็นอย่างยิ่ง เห็นได้จากการสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในด้านต่างๆ ผ่านช่องทางแบบสอบถาม และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงการให้บริการต่อไป และห้องสมุดมีกลไกในการขับเคลื่อนการดำเนินการของห้องสมุด ภายใต้ความดูแลของรองคณบดีและผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ และมีช่องทางติดต่อสื่อสารและประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารต่างๆ/กิจกรรมต่างๆ ของห้องสมุดคณะฯ ให้นิสิตทราบผ่านทาง facebook ของห้องสมุดฯ (ภาพที่ 19) ที่ <https://www.facebook.com/KUEngLibrary/>



รูปที่ 2.4 Facebook ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

2.2.2 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ในระดับของภาควิชา

- ห้องแล็บคอมพิวเตอร์

ทางภาควิชา ได้จัดให้มีห้องแล็บคอมพิวเตอร์ของภาควิชา ที่ชั้น 4 อาคาร 1 ที่ห้องหมายเลข 1410 และ 1411 สำหรับห้องแล็บคอมพิวเตอร์ทางหลักสูตรได้จัดไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชา Computer Application for Process Modeling& Simulation(01202321) และใช้สำหรับนิสิตและบุคลากรของภาควิชา ฝึกทักษะและพัฒนาความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์

- ห้องเรียนและห้องวิจัย

ทางภาควิชา ได้จัดห้องเรียนสำหรับนิสิตในหลักสูตร ที่อาคาร 1 บริเวณชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 ห้องเรียนมีทั้งแบบห้องเรียนแบบกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย ห้องวิจัยและปฏิบัติการเฉพาะด้านซึ่งจัดแยกไว้ให้อาจารย์แต่ละท่าน โดยมีห้องประชุมที่จัดเตรียมไว้ใช้ประชุมงานวิจัย และเพื่อใช้ในการเรียนการสอน เวลาที่สามารถใช้งานคือ จ.- ศ. 08.30 - 18.00 น อาจารย์สามารถจองห้องเรียน และเปิดใช้ได้โดยจะมีเจ้าหน้าที่ทำหน้าที่เปิด - ปิด หรือดำเนินการเปิด-ปิดเองก็ได้)

- ห้องแล็บกลาง 24 ชม.

ภาควิชา ได้จัดห้องแล็บห้องแล็บกลาง 24 ชม. ไว้เพื่อให้งานวิจัยดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ปัญหาจากความต้องการใช้เครื่องมือที่ไม่พอใช้ในช่วงเร่งด่วน ดังนั้นทางหลักสูตรจึงได้จัดให้มีเครื่องมือบางส่วนที่นิสิตมีการใช้กันจำนวนมากและมีโอกาสเกิดอันตรายต่ำ ไว้ที่ห้องแล็บห้องแล็บกลาง 24 ชม. ที่บริเวณชั้น 4 อาคาร 1 นอกจากนี้ เพื่อความปลอดภัยและฝึกทักษะในการใช้งาน นิสิตทุกคนจำเป็นต้องผ่านการอบรมในการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องก่อน โดยจะมีเจ้าหน้าที่ที่มีความเชี่ยวชาญดูแลและจัดอบรมให้ สำหรับการอบรมนั้นทางหลักสูตรจะจัดให้มีการอบรมปีละ 2 ครั้ง ในช่วงเปิดเทอมต้นและเทอมปลาย

- ห้องแล็บปฏิบัติการเฉพาะหน่วย

ทางภาควิชา ได้จัดห้องแล็บปฏิบัติการเฉพาะหน่วย ไว้ที่ชั้น 1 และชั้น 3 อาคาร 1 และจัดให้มีอุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้การทดลอง และอุปกรณ์ความปลอดภัยส่วนบุคคลอย่างเพียงพอและเหมาะสม โดยจะมีเจ้าหน้าที่ทำหน้าที่ เปิด-ปิด และทำความสะอาด เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างดีและเรียบร้อย โดยเจ้าหน้าที่จะทำหน้าที่ดูแลและสอนวิธีใช้งานอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆให้แก่ นิสิต และมีเจ้าหน้าที่คอยดูแลซ่อมบำรุงหรือแจ้งผู้เกี่ยวข้องให้ซ่อมบำรุงเมื่อเกิดปัญหาในการใช้งาน

3. การประกันคุณภาพการศึกษา

3.1 รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตร หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2563 จากสำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

องค์ประกอบที่	คะแนนผ่าน	I	P	O	คะแนนเฉลี่ย	ผลการประเมิน
						0.01-2.00 ระดับคุณภาพน้อย
						2.01-3.00 ระดับคุณภาพปานกลาง
						3.01-4.00 ระดับคุณภาพดี
						4.01-5.00 ระดับคุณภาพดีมาก
1	หลักสูตรผ่านมาตรฐาน					หลักสูตรได้มาตรฐาน
2	คะแนนเฉลี่ยของทุกตัวบ่งชี้ในองค์ประกอบที่ 2-6	-	-	3.97	3.97	ระดับคุณภาพดี
3		3.33	-	-	3.33	ระดับคุณภาพดี
4		4.33	-	-	4.33	ระดับคุณภาพดีมาก
5		3.00	4.00	-	3.75	ระดับคุณภาพดี
6		-	4.00	-	4.00	ระดับคุณภาพดี
รวม		3.71	4.00	3.97	3.84	ระดับคุณภาพดี
ผลการประเมิน		ระดับคุณภาพดี	ระดับคุณภาพดี	ระดับคุณภาพดี		

3.2 รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในระดับคณะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามเกณฑ์ EdPEX (Education Criteria for Performance Excellence)

	2561	2562	2563
เป้าหมาย	200	200	ยกเว้นการประเมิน
1. การนำองค์กร	34	24	
2. กลยุทธ์	15	15	
3. ลูกค้า	15	17	
4. การวัด การวิเคราะห์ และการจัดการความรู้	18	18	
5. บุคลากร	13	13	
6. ระบบปฏิบัติการ	13	17	
7. ผลลัพธ์	86	101	
ผลรวมคะแนน	194	205	

3.3 รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายในระดับสถาบัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2562 ตามเกณฑ์สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

หมายเหตุ: ปีการศึกษา 2563 ยกเว้นการประเมิน

องค์ประกอบคุณภาพ	คณนการประเมินเฉลี่ย								ผลการประเมิน	
	ปัจจัยนำเข้า		กระบวนการ		ผลผลิต		รวม			
	SAR	กรรมการ	SAR	กรรมการ	SAR	กรรมการ	SAR	กรรมการ	SAR	กรรมการ
1.การผลิตบัณฑิต	4.19	4.19	5.00	4.50	3.39	3.39	4.35	4.15	ดี	ดี
2.การวิจัย	4.33	-	5.00	5.00	4.65	-	4.66	5.00	ดีมาก	ดีมาก
3.การบริการวิชาการ	-	-	5.00	5.00	-	-	5.00	5.00	ดีมาก	ดีมาก
4.การทำนุบำรุงศิลปะ และวัฒนธรรม	-	-	5.00	5.00	-	-	5.00	5.00	ดีมาก	ดีมาก
5.การบริหารจัดการ	-	-	5.00	5.00	-	-	5.00	5.00	ดีมาก	ดีมาก
รวม	4.24	4.19	5.00	4.86	4.02	3.39	<u>4.65</u>	4.58	ดีมาก	ดีมาก
ผลการประเมิน	ดี	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดี	พอใช้				

ส่วนที่ 6 ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษาอนุมัติหลักสูตร

ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา

ภาคผนวก 3 หนังสือมอบอำนาจในการลงนามรับรอง/อนุมัติข้อมูล ในคำรับรองตนเอง (Self-Declaration)

ของสถาบันการศึกษา

ภาคผนวก 4 แผนการสอน (มคอ.3) (เฉพาะวิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้)

ภาคผนวก 5 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน

ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร



คณะวิศวกรรมศาสตร์

รับที่..... 13
วันที่..... 25 ส.ค. 65
เวลา..... 13.44

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน สำนักงานสภามหาวิทยาลัย โทร. ๐๒-๙๔๒-๘๑๓๒ ภายใน ๖๔๔๙๐๓

ที่ อว ๖๕๐๑.๐๑/๒๕๖๕

วันที่ ๓๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

เรื่อง การอนุมัติปรับปรุงหลักสูตร

๑) เรียน อธิการบดี

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รับที่..... 141
วันที่..... 5 ส.ค. 2565
เวลา..... 16:11

คณะกรรมการวิชาการ มก.
เลขที่..... 095
วันที่..... 7 ส.ค. 65
เวลา..... 9:00 น.

ฝ่ายมาตรฐานการศึกษา
สำนักบริหารการศึกษา
เลขที่..... 042
วันที่..... ๑๑ ส.ค. ๒๕๖๔
เวลา..... 15:59 น.

ตามที่ สภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการประชุมครั้งที่ ๑/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๒๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ได้แต่งตั้งคณะกรรมการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ก.ว.ช.) ตามประกาศสภามหาวิทยาลัยฯ ลงวันที่ ๒๙ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๔ โดยมีหน้าที่เสนอแนะต่อสภามหาวิทยาลัยในเรื่องการพิจารณาเกี่ยวกับการศึกษา การอนุมัติหลักสูตรการศึกษาและการเปิดสอน รวมทั้งการปรับปรุง การยุบรวม และการยกเลิกหลักสูตรการศึกษา นั้น

คณะกรรมการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ก.ว.ช.) ในการประชุมครั้งที่ ๑๒/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๓๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ พิจารณาแล้ว มีมติเห็นชอบและให้นำเสนอสภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เพื่อพิจารณา อนุมัติให้คณะวิศวกรรมศาสตร์ปรับปรุงหลักสูตร จำนวน ๒ หลักสูตร ดังนี้

๑) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕

๒) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕ เพื่อให้เป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๕๒ และเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๕๘ โดยเริ่มใช้กับนิสิตตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๕ เป็นต้นไป ตามรายละเอียดที่ได้แนบมาพร้อมนี้

สภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการประชุมครั้งที่ ๑๒/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๓๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ พิจารณาแล้ว มีมติอนุมัติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธานีพร คงศิลา)

รองอธิการบดีฝ่ายกิจการสภามหาวิทยาลัยและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

เลขานุการสภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๒) เห็นชอบ / เรียน รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

เพื่อโปรดทราบ และพิจารณามอบสำนักบริหารการศึกษา

ดำเนินการต่อไป

เรียน ผู้อำนวยการสำนักบริหารการศึกษา

เพื่อโปรดดำเนินการต่อไป

(นายจรงค์ วัชรินทร์รัตน์)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๓๑ ส.ค. ๒๕๖๔

- ๕ ม.ค. ๒๕๖๕

๓๑/๑๕

คณะกรรมการสภามหาวิทยาลัย

๓๑/๑๕

ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา

สภา มก. อนุมัติในการประชุมครั้งที่ 11 / 2564
เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2564 มคอ. 2
อธิการบดีให้ความเห็นชอบเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2564
รายละเอียดของหลักสูตร
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- รหัสและชื่อหลักสูตร
 - รหัสหลักสูตร 25310021100199
 - ชื่อหลักสูตร
ภาษาไทย หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
ภาษาอังกฤษ Bachelor of Engineering Program in Chemical Engineering
- ชื่อปริญญาและสาขาวิชา
 - ชื่อเต็ม วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี)
 Bachelor of Engineering (Chemical Engineering)
 - ชื่อย่อ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี)
 B.Eng. (Chemical Engineering)
- วิชาเอก (ถ้ามี)
 ไม่มี
- จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร
 ไม่น้อยกว่า 143 หน่วยกิต
- รูปแบบของหลักสูตร
 - 5.1 รูปแบบ
 - หลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี (ทางวิชาการ)
 - ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พ.ศ. 2553
 - 5.2 ภาษาที่ใช้
 ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
 - 5.3 การรับเข้าศึกษา
 รับทั้งนิสิตไทยและนิสิตต่างชาติ
 - 5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น
 เป็นหลักสูตรเฉพาะของสถาบัน

- 7 -

รายละเอียดของหลักสูตร
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อหลักสูตร

- รหัสหลักสูตร 25310021100199
- ชื่อหลักสูตร
ภาษาไทย หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
ภาษาอังกฤษ Bachelor of Engineering Program in Chemical Engineering

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

- ชื่อเต็ม วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี)
 Bachelor of Engineering (Chemical Engineering)
- ชื่อย่อ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี)
 B.Eng. (Chemical Engineering)

3. วิชาเอก (ถ้ามี)

ไม่มี

4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

ไม่น้อยกว่า 143 หน่วยกิต

5. รูปแบบของหลักสูตร

5.1 รูปแบบ

- หลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี (ทางวิชาการ)
- ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี (มคอ.1) สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พ.ศ. 2553

5.2 ภาษาที่ใช้

ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

5.3 การรับเข้าศึกษา

รับทั้งนิสิตไทยและนิสิตต่างชาติ

5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรเฉพาะของสถาบัน

5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

6.1 สถานภาพของหลักสูตร

- หลักสูตรปรับปรุง กำหนดเปิดสอน ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2565
- ปรับปรุงจากหลักสูตร ชื่อ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
- เริ่มใช้มาตั้งแต่ปีการศึกษา 2532
- ปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อปีการศึกษา 2560

6.2 การพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

- ได้พิจารณาก่อนกรองโดยคณะกรรมการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ในการประชุมครั้งที่..... เมื่อวันที่ เดือน.....พ.ศ.
- ได้รับอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรจากสภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ในการประชุมครั้งที่..... เมื่อวันที่.....เดือน.....พ.ศ.

7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรจะได้รับการเผยแพร่ว่าเป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐานตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พ.ศ. 2553 ในปีการศึกษา 2567

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

- 8.1 วิศวกรเคมี
- 8.2 วิศวกรผู้ควบคุมกระบวนการผลิต
- 8.3 วิศวกรออกแบบกระบวนการผลิต
- 8.4 วิศวกรออกแบบผลิตภัณฑ์
- 8.5 นักวิชาการหรือนักวิจัย
- 8.6 ผู้ประกอบการ/ประกอบอาชีพอิสระ

9. ชื่อ ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ	ตำแหน่งทางวิชาการ	ชื่อ - สกุล	คุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษา	สาขาวิชา	สำเร็จการศึกษาจาก	
					สถาบัน	ปี พ.ศ.
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	นายกานดิส สุดสาคร	วศ.บ.	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยมหิดล	2538
			M.S.	Chemical Engineering	West Virginia University, USA.	2542
			Ph.D.	Chemical Engineering	University of Pittsburgh, USA.	2545
2	รองศาสตราจารย์	นางสาวชลิดา เนียมนุ่น	วศ.บ.	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2543
			วศ.ม.	วิศวกรรมอาหาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2546
			วศ.ด.	วิศวกรรมอาหาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2551
3	รองศาสตราจารย์	นายมานพ เจริญไชยตระกูล	B.Eng.	Chemical Engineering	University of New South Wales, Australia	2540
			Ph.D.	Chemical Engineering	University of New South Wales, Australia	2545
4	ศาสตราจารย์	นางเมตตา เจริญพานิช	วท.บ.	เคมี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2529
			วศ.ม.	วิศวกรรมเคมี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2532
			D.Eng.	Applied Chemistry	Tohoku University, Japan	2539
5	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	นางสาววลีพร ดอนไพร	วศ.บ.	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2552
			วศ.ด.	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2557
6	รองศาสตราจารย์	นายอนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา	วท.บ.	เคมีอุตสาหกรรม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	2533
			วศ.ม.	วิศวกรรมเคมี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2537
			วศ.ด.	วิศวกรรมเคมี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2552

10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

เฉพาะในสถาบันคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

จากการที่แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีของประเทศ ได้กำหนดให้นโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy) เป็นโมเดลเศรษฐกิจหลักสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมมาใช้ยกระดับความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนให้กับ 4 อุตสาหกรรมเป้าหมาย (S-curves) ได้แก่ อุตสาหกรรมเกษตรและอาหาร อุตสาหกรรมพลังงาน และวัสดุ อุตสาหกรรมสุขภาพและการแพทย์ และอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและบริการ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้ผลิตที่เป็นฐานการผลิตเดิม โดยเชื่อมโยงกับแนวคิดการพัฒนา “เขตนวัตกรรมระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก” (Eastern Economic Corridor of Innovation) หรืออีอีซีไอ (EECI) ให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านนวัตกรรมเพื่อรองรับการขยายผลงานวิจัย นโยบายดังกล่าวจะสัมฤทธิ์ผลอย่างยั่งยืนได้ จำเป็นต้องมีกลไกการสร้างองค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรมการผลิตควบคู่ไปกับการสร้างกำลังคนที่มีทักษะและความชำนาญในด้านนวัตกรรมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและมาตรการเพื่อส่งเสริมนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวแบบครบวงจร

นอกจากนี้ จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 (โควิด-19) ในวงกว้าง ทำให้ผู้คนทั่วโลกตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลตัวเองให้ห่างไกลจากโรคภัยต่าง ๆ มากขึ้น จากการดังกล่าวส่งผลให้ทุกภาคส่วนต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในเชิงรุก เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ ในอนาคต ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและปลอดภัยมากขึ้น เพื่อลดการสัมผัสซึ่งอาจปนเปื้อนเชื้อโรคได้มากที่สุด และในขณะเดียวกันจะช่วยลดการสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้อีกด้วย ในการดังกล่าว การพัฒนาอย่างยั่งยืนเพื่อตอบโจทย์เสถียรภาพทางวัตถุดิบทดแทน จะช่วยเพิ่มทางเลือกให้ผู้ผลิตและผู้ประกอบการภายในประเทศให้สามารถเข้าถึงสินค้าและวัตถุดิบที่ตอบโจทย์การปรับเปลี่ยนสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและปลอดภัย เพิ่มโอกาสสู่ความมั่นคงในยามวิกฤตมากยิ่งขึ้น

เพื่อให้หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี สามารถสนับสนุนและร่วมเป็นกำลังสำคัญในการสร้างและพัฒนากำลังคนที่มีทักษะ ความชำนาญในด้านนวัตกรรมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตอบโจทย์การปรับเปลี่ยนสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและปลอดภัยมากขึ้น ควบคู่กับโมเดลเศรษฐกิจหลักสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อส่งเสริมนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว และโครงสร้างพื้นฐานด้านนวัตกรรม EECi ตอบรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องดังกล่าว การปรับปรุง พัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี เพื่อให้บัณฑิตภายใต้หลักสูตรฯ สามารถนำความรู้ความสามารถมาใช้พัฒนาองค์กร ส่งเสริมและสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อตอบสนองต่อแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรม และตอบโจทย์แผนยุทธศาสตร์ของประเทศ จึงเป็นเป้าหมายหลักที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนปรับปรุงหลักสูตร

11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

จากสถานะการติดต่อสื่อสารแบบไร้พรมแดน การเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศ ขยายฐานความรู้ และการเปิดกว้างทางสังคม รวมไปถึงการพัฒนาเพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว เป็นโมเดลเศรษฐกิจหลักสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มโอกาสการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานวิศวกรไปประกอบวิชาชีพในต่างประเทศ ความต้องการวิศวกรที่มีทักษะการสื่อสารในภาษาต่างประเทศ และสามารถปรับตัวเข้ากับความหลากหลายทางวัฒนธรรมที่ผสมผสาน นอกจากนี้ จากความต้องการกำลังคนที่มีทักษะและความชำนาญในด้านนวัตกรรมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวแบบครบวงจร สหวิทยาการที่เกิดจากการผสมผสานองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมเคมีเข้ากับแนวคิดด้านการผลิตที่สะอาดและยั่งยืน เพื่อตอบโจทย์โมเดลเศรษฐกิจหลักสู่การพัฒนาประเทศบนพื้นฐานของเสถียรภาพและความมั่นคงทางทรัพยากรบุคคลและทรัพยากรทดแทนภายในประเทศ กระบวนการผลิตที่ตอบโจทย์เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว ควบคู่กับความสามารถในการปรับตัวภายใต้สถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตลอดเวลาเพื่อมุ่งสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืน และปลอดภัยมากขึ้น สอดรับกับการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม จึงเป็นอีกประเด็นหลักที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาควบคู่กับสถานการณ์การพัฒนาทางเศรษฐกิจในการวางแผนหลักสูตร

12. ผลกระทบจาก ข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

12.1 การพัฒนาหลักสูตร

จากความตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันและต่อเนื่องของเทคโนโลยีสมัยใหม่ และการปรับเปลี่ยนสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมในปัจจุบัน ประกอบกับทิศทางการพัฒนาประเทศตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เน้นทางด้านเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืนให้กลุ่มอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเกษตรและอาหาร พลังงานและวัสดุ สุขภาพ และการแพทย์ และการท่องเที่ยวและบริการ ส่งผลให้เกิดความต้องการวิศวกรที่มีความรู้และทักษะในด้านนวัตกรรมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตอบโจทย์โมเดลเศรษฐกิจหลักสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน เพื่อส่งเสริมนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว ดังรายละเอียดในหัวข้อ 11.1

เพื่อปลูกฝังให้บัณฑิตมีทักษะด้านการสื่อสาร การปรับตัวเข้ากับ ความหลากหลายทางวัฒนธรรม ควบคู่ไปกับทักษะและความชำนาญด้านนวัตกรรมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตามนโยบายเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว และการปรับเปลี่ยนสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและปลอดภัยมากขึ้น ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรโดยการผสมผสานองค์ความรู้หลักทางด้านวิศวกรรมเคมีเข้ากับแนวคิดด้านการผลิตที่สะอาดและยั่งยืน เพื่อตอบโจทย์การพัฒนาที่ยั่งยืน สอดรับกับแผนพัฒนาประเทศ และความต้องการวิศวกรในปัจจุบัน โดยคงความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมทั่วไป และความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี สอดรับกับวิชาชีพวิศวกรรม ควบคุมตามที่สภาวิศวกรกำหนด

12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

การพัฒนาหลักสูตรนี้สอดคล้องกับพันธกิจของคณะวิศวกรรมศาสตร์และของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในด้านการสร้างศาสตร์แห่งแผ่นดิน โดยเชื่อมโยงศาสตร์พื้นฐานของมหาวิทยาลัย และน้อมนำศาสตร์แห่งพระราชทาน ศาสตร์ชุมชน และศาสตร์สากล ผสมผสานให้เกิดการสร้างสรรคองค์ความรู้จากงานวิจัย นวัตกรรม การถ่ายทอดเทคโนโลยีและให้บริการทางวิชาการ ส่งเสริมพัฒนาอย่างยั่งยืน และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ การผลิตบุคลากรมีอาชีพทางวิศวกรรมที่มีคุณธรรม จริยธรรมและตอบสนองความต้องการของสังคม รองรับการเปลี่ยนแปลงของประเทศและของโลกในทุกช่วงวัย เพื่อการปรับเปลี่ยนสู่ทิศทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและปลอดภัย การสร้างต้นแบบสังคมแห่งการเรียนรู้ และการสืบสานทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม ด้วยองค์ความรู้ทางวิศวกรรมเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต สังคมและชุมชน

13. ความสัมพันธ์กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน

13.1 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น

- หมวดวิชาศึกษาทั่วไป
- กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เปิดสอนโดยคณะวิทยาศาสตร์
- กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม ดังนี้
 - วิชา 01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม เปิดสอนโดยภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
 - วิชา 01205201 วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น และวิชา 01205202 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I เปิดสอนโดยภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
 - วิชา 01206221 ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร เปิดสอนโดยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
 - วิชา 01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม และวิชา 01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I เปิดสอนโดยภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 - วิชา 01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร เปิดสอนโดยภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ

13.2 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้คณะ/ภาควิชา หลักสูตรอื่น

- กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ ดังนี้
 - วิชา 01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี เปิดสอนให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม
 - วิชา 01202218 การปฏิบัติการถ่ายโอนโมเมนตัมและความร้อน เปิดสอนให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม และหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ไม้และกระดาษ
 - วิชา 01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I เปิดสอนให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม

- วิชา 01202318 การปฏิบัติการถ่ายโอนมวล เปิดสอนให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม
- วิชา 01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II เปิดสอนให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม

13.3 การบริหารจัดการ

กำหนดอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรของภาควิชาฯ ประสานงานกับอาจารย์ผู้แทนจากภาควิชา และคณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ให้บริการการสอนวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1.1 ปรัชญา

ผลิตบัณฑิตในสาขาวิศวกรรมเคมีระดับปริญญาตรีที่มีคุณภาพ มีความสามารถในการปรับตัวและความรอบรู้ในวิชาชีพที่สอดรับพลวัตและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีโลก พร้อมด้วยคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณ ควบคู่กับขยายงานทางด้านวิจัยและบริการวิชาการให้เป็นที่ยอมรับของสังคม เพื่อการสร้างนวัตกรรมในอนาคตรองรับประเทศไทย 4.0 และสอดรับกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

1.2 ความสำคัญของหลักสูตร

หลักสูตรวิศวกรรมเคมี มุ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถในการเรียนรู้ การปรับตัว และความรอบรู้ในวิชาชีพที่สอดรับพลวัตและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีโลก เพื่อความก้าวหน้าอย่างยั่งยืนของสังคมไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถในการออกแบบและคำนวณทางวิศวกรรม การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การนำเสนอและการสื่อสาร เน้นทางด้านวัสดุขั้นสูง เทคโนโลยีชีวภาพ และ/หรือเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด ยึดมั่นในจริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ

1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี และตอบสนองความต้องการในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ
2. เพื่อผลิตบัณฑิตที่สามารถนำความรู้และทักษะวิชาชีพไปประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมเคมี และเพื่อประโยชน์ในการรองรับการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเคมีได้อย่างดี มีจรรยาบรรณวิชาชีพ มีความสามารถในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเคมีควบคุมได้
3. เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความสามารถด้านการวิจัยแขนงต่างๆ ในสาขาวิศวกรรมเคมี เน้นทางด้านวัสดุขั้นสูง เทคโนโลยีชีวภาพ และ/หรือเทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด
4. เพื่อผลิตบัณฑิตให้เป็นวิศวกรเคมีที่ตระหนักถึงความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
5. เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้ด้านวิชาการสู่สาธารณชนและเผยแพร่ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัย

2. แผนพัฒนาปรับปรุง

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
- ปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่ สป.อว. กำหนด	- พัฒนาหลักสูตรโดยมีพื้นฐานจากหลักสูตรในระดับสากลที่ทันสมัย - ติดตามประเมินหลักสูตรอย่างสม่ำเสมอ - เชิญผู้เชี่ยวชาญทั้งภาครัฐและเอกชนให้เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตร	- รายงานผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้บัณฑิตของผู้ประกอบการ - ผู้ใช้บัณฑิตมีความพึงพอใจในด้านทักษะความรู้ ความสามารถในการทำงาน โดยเฉลี่ยในระดับดี
- ปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน และสอดรับพลวัตและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีโลก	- ติดตามความต้องการของผู้ประกอบการ ในหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านวิศวกรรมเคมี และพลวัตความก้าวหน้าของเทคโนโลยีโลก	- รายงานผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้บัณฑิตของผู้ประกอบการ - ผู้ใช้บัณฑิตมีความพึงพอใจในด้านทักษะ ความรู้ความสามารถในการทำงาน โดยเฉลี่ยในระดับดี
- พัฒนาบุคลากรด้านการเรียนการสอน ให้มีประสบการณ์จากการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยทางวิศวกรรมเคมีไปปฏิบัติงานจริง เพื่อรองรับประเทศไทย 4.0 และสอดรับกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี	- ส่งเสริมและสนับสนุนบุคลากรด้านการเรียนการสอนให้ทำงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง และส่งเสริมการประยุกต์องค์ความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยเพื่อทำงานบริการวิชาการ	- ปริมาณงานวิจัยแบบมุ่งเป้าหรือปริมาณงานบริการวิชาการต่ออาจารย์ในหลักสูตร อย่างน้อย 1 เรื่องต่อปี

หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

1. ระบบการจัดการศึกษา

1.1 ระบบ

ใช้ระบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ 1 ภาคการศึกษาปกติ มีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์

1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

ไม่มี

1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

2. การดำเนินการหลักสูตร

2.1 ในวัน – เวลาราชการ และนอกเวลาราชการ

- ภาคการศึกษาที่ 1 เดือนมิถุนายน – เดือนตุลาคม
- ภาคการศึกษาที่ 2 เดือนพฤศจิกายน - เดือนมีนาคม

2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

ต้องเป็นผู้สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า และไม่มีลักษณะต้องห้ามต่อไปนี้

1. เป็นผู้มีความประพฤติเสียหายอย่างร้ายแรง
2. เป็นคนวิกลจริต
3. เป็นโรคติดต่อร้ายแรงหรือโรคสำคัญที่จะเป็นอุปสรรคขัดขวางต่อการศึกษา
4. ถูกตัดชื่อออกจากสถานศึกษาเพราะกระทำความผิดทางวินัย

2.3 ปัญหาของนิสิตแรกเข้า

ไม่มี

2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนิสิตในข้อ 2.3

ไม่มี

2.5 แผนการรับนิสิตและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

ภาคปกติ

ปีที่	ปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
1	55	55	55	55	55
2	-	55	55	55	55
3	-	-	55	55	55
4	-	-	-	55	55
รวม	55	110	165	220	220
จำนวนนิสิตที่คาดว่าจะจบ	-	-	-	-	55

ภาคพิเศษ

ปีที่	ปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
1	55	55	55	55	55
2	-	55	55	55	55
3	-	-	55	55	55
4	-	-	-	55	55
รวม	55	110	165	220	220
จำนวนนิสิตที่คาดว่าจะจบ	-	-	-	-	55

2.6 งบประมาณตามแผน

2.6.2 งบประมาณรายรับ (หน่วยบาท)

ภาคปกติ

รายการรายรับ (งบประมาณรายได้)	ปีงบประมาณ				
	2565	2566	2567	2568	2569
เงินค่าธรรมเนียมการศึกษา เหมาจ่าย	1,870,000	1,870,000	1,870,000	1,870,000	1,870,000
งบประมาณแผ่นดิน	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
งบประมาณรายได้ภาควิชาฯ	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000
เงินจัดสรรผลประโยชน์จาก การเรียนการสอนหลักสูตร ภาคพิเศษ	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
รวมรายรับ	7,620,000	7,620,000	7,620,000	7,620,000	7,620,000

ภาคพิเศษ

รายการรายรับ (งบประมาณรายได้)	ปีงบประมาณ				
	2565	2566	2567	2568	2569
เงินค่าธรรมเนียมการศึกษา เหมาจ่าย	3,960,000	3,960,000	3,960,000	3,960,000	3,960,000
งบประมาณแผ่นดิน	250,000	250,000	250,000	250,000	250,000
งบประมาณรายได้ภาควิชาฯ	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000	4,000,000
เงินจัดสรรผลประโยชน์จาก การเรียนการสอนหลักสูตร ภาคพิเศษ	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
รวมรายรับ	9,710,000	9,710,000	9,710,000	9,710,000	9,710,000

2.6.2 งบประมาณรายจ่าย (หน่วยบาท)

ภาคปกติ

รายการรายจ่าย	ปีงบประมาณ				
	2565	2566	2567	2568	2569
ก. งบดำเนินการ					
1. ค่าใช้จ่ายบุคลากร	1,600,000	1,600,000	1,600,000	1,600,000	1,600,000
2. ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	3,960,000	3,960,000	3,960,000	3,960,000	3,960,000
3. งบรายจ่ายอื่น ๆ	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
4. งบสำรองจ่าย	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
รวม(ก)	6,860,000	6,860,000	6,860,000	6,860,000	6,860,000
ข. งบลงทุนค่าครุภัณฑ์	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
รวม(ก)+(ข)	8,360,000	8,360,000	8,360,000	8,360,000	8,360,000
จำนวนนิสิต	220	220	220	220	220
ค่าใช้จ่ายต่อหัวนิสิต	38,000	38,000	38,000	38,000	38,000

ภาคพิเศษ

รายการรายจ่าย	ปีงบประมาณ				
	2565	2566	2567	2568	2569
ก. งบดำเนินการ					
1. ค่าใช้จ่ายบุคลากร	1,600,000	1,600,000	1,600,000	1,600,000	1,600,000
2. ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	3,960,000	3,960,000	3,960,000	3,960,000	3,960,000
3. งบรายจ่ายอื่น ๆ	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000
4. งบสำรองจ่าย	500,000	500,000	500,000	500,000	500,000
รวม(ก)	6,860,000	6,860,000	6,860,000	6,860,000	6,860,000
ข. งบลงทุนค่าครุภัณฑ์	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
รวม(ก)+(ข)	8,360,000	8,360,000	8,360,000	8,360,000	8,360,000
จำนวนนิสิต	220	220	220	220	220
ค่าใช้จ่ายต่อหัวนิสิต	38,000	38,000	38,000	38,000	38,000

2.7 ระบบการศึกษา

แบบชั้นเรียนและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย (ถ้ามี)

ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดังนี้

● ข้อ 20 การเทียบรายวิชาและการโอนหน่วยกิต

20.1 นิสิตที่มีสิทธิขอเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิต ประกอบด้วย

20.1.1 นิสิตที่ย้ายคณะ ย้ายหลักสูตร หรือย้ายสาขาวิชาเอก มีสิทธิเทียบทุกรายวิชาที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรที่รับเข้า

20.1.2 นิสิตที่สอบคัดเลือกเข้ามาใหม่ไม่มีสิทธิเทียบรายวิชา ยกเว้นนิสิตของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สิ้นสุดสถานภาพนิสิตในระยะเวลาไม่เกิน 2 ปี จึงมีสิทธิขอเทียบรายวิชาที่มีระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C หรือ 2.0

20.1.3 นิสิตในโครงการความร่วมมือ ที่ได้กำหนดไว้ในโครงการว่าสามารถขอเทียบรายวิชาได้

20.1.4 นิสิตที่รับโอนหรือรับเข้าศึกษาต่อมาจากสถานศึกษาอื่น

20.1.5 นิสิตที่ได้รับอนุมัติให้ลงทะเบียนเรียนข้ามสถานศึกษาหรือวิทยาเขต

20.2 เกณฑ์การเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิต ประกอบด้วย

20.2.1 การเทียบรายวิชาสำหรับนิสิตที่รับโอนหรือรับเข้าศึกษาต่อมาจากสถานศึกษาอื่น เป็นรายวิชาที่เทียบได้กับรายวิชาในหลักสูตรที่รับเข้า โดยได้ระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C หรือ 2.0 ให้บันทึกเป็น P เท่านั้น ทั้งนี้ นิสิตที่รับโอนสามารถเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิตได้ไม่เกินกึ่งหนึ่งของหน่วยกิตรวมตามหลักสูตรที่รับเข้า ส่วนนิสิตที่รับเข้าศึกษาต่อสามารถเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิตได้ไม่เกินสองในสามของหน่วยกิตรวมตามหลักสูตรของคณะที่รับเข้า

20.2.2 การเทียบรายวิชา สำหรับนิสิตต่างสถาบันให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา โดยผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอนุมัติจากคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชานั้น

20.3 การเทียบโอนในลักษณะกลุ่มวิชา

20.3.1 เนื้อหาโดยรวมของกลุ่มวิชาที่จะนำมาขอเทียบกับเนื้อหาโดยรวมของกลุ่มวิชาที่เทียบได้ ต้องมีความสอดคล้องกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 และจำนวนหน่วยกิตรวมของกลุ่มวิชาที่จะนำมาขอเทียบโอนต้องไม่น้อยกว่าจำนวนหน่วยกิตรวมของกลุ่มวิชาที่เทียบโอนได้

20.3.2 ทุกรายวิชาในกลุ่มวิชาที่จะนำมาขอเทียบโอน ต้องมีระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C หรือ 2.0 เทียบได้ระดับคะแนน P

20.3.3 กรณีที่รายวิชาที่จะนำมาขอเทียบโอนเป็นรายวิชาในระบบการเรียนที่มีใช้ระบบทวิภาค ให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชา โดยพิจารณาเทียบจำนวนหน่วยกิตให้ได้ตามเกณฑ์ของระบบทวิภาค

20.4 การเทียบโอนจากประสบการณ์ การเทียบโอนจากการศึกษานอกระบบ และการเทียบโอนจากระบบการศึกษาตามอัธยาศัยให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอนุมัติจากคณบดีเจ้าสังกัดหลักสูตร โดยอาจจัดให้มีการทดสอบข้อเขียน หรือภาคปฏิบัติเพิ่มเติมได้ตามที่เห็นสมควร

20.5 นิสิตต้องดำเนินการขอเทียบรายวิชา เพื่อยกเว้นไม่ต้องเรียน โดยผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต และส่งหลักฐานการขออนุมัติต่อคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต ภายในภาคการศึกษาปกติแรกที่นิสิตย้ายคณะ ย้ายหลักสูตร ย้ายสาขาวิชาเอก ได้รับคัดเลือกเข้าศึกษาหรือรับโอนมาจากสถานศึกษาอื่น กรณีที่มีความจำเป็นไม่อาจดำเนินการให้แล้วเสร็จตามกำหนด ให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต

● ข้อ 21. การลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันและการเรียนข้ามวิทยาเขต

21.1 นิสิตอาจลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันได้ในแต่ละภาคการศึกษา หากเป็นการลงทะเบียนเรียนเพื่อเพิ่มพูนความรู้ ประเภทไม่นับหน่วยกิต (audit) การอนุมัติให้ลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันให้เป็นอำนาจของคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต

21.2 นิสิตที่ประสงค์จะลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันเพื่อนับหน่วยกิตในหลักสูตร จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

21.2.1 เป็นนิสิตที่อยู่ในโครงการของหลักสูตรที่จัดให้มีการเรียนการสอนร่วมระหว่างสถาบัน โดยได้รับความเห็นชอบจากคณบดีเจ้าสังกัดหลักสูตร

21.2.2 เป็นนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาปีสุดท้าย แต่รายวิชาที่จะเรียนไม่เปิดสอนในภาคการศึกษานั้นๆ

21.3 รายวิชาที่จะลงทะเบียนเรียนในสถาบันอื่นจะต้องได้รับการเทียบรายวิชาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัย การเทียบให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชา โดยถือเกณฑ์เนื้อหาและจำนวนหน่วยกิตเป็นหลัก

21.4 ผลการเรียนจากสถาบันอื่นให้บันทึกเป็น P หรือ NP และไม่นำไปคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสม ยกเว้นการลงทะเบียนเรียนข้ามวิทยาเขตและการลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรที่จัดร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยกับสถาบันอื่น ให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอนุมัติของคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชา โดยสามารถนำมาคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมได้

21.5 การผ่อนผันเงื่อนไขตามข้อ ๒1.4 จะต้องได้รับความเห็นชอบจากคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต และอนุมัติโดยรองอธิการบดีที่ได้รับมอบหมายให้ดูแลงานด้านวิชาการ

21.6 นิสิตลงทะเบียนเรียนข้ามวิทยาเขตได้โดยได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอนุมัติจากคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต ทั้งนี้ต้องลงทะเบียนและชำระค่าธรรมเนียมการศึกษา ณ วิทยาเขตที่นิสิตสังกัดก่อนจึงจะชำระค่าธรรมเนียมการรับลงทะเบียนข้ามวิทยาเขตตามประกาศมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

3.1 หลักสูตร

3.1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 143 หน่วยกิต

3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	ไม่น้อยกว่า	30 หน่วยกิต	
1.1 กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	ไม่น้อยกว่า	7 หน่วยกิต	
1.2 กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	ไม่น้อยกว่า	3 หน่วยกิต	
1.3 กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร	ไม่น้อยกว่า	15 หน่วยกิต	
1.4 กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก	ไม่น้อยกว่า	2 หน่วยกิต	
1.5 กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	ไม่น้อยกว่า	3 หน่วยกิต	
2. หมวดวิชาเฉพาะ	ไม่น้อยกว่า	107 หน่วยกิต	
2.1 วิชาเฉพาะพื้นฐาน	ไม่น้อยกว่า	44 หน่วยกิต	
2.1.1 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์		25 หน่วยกิต	
2.1.2 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม		19 หน่วยกิต	
2.2 วิชาเฉพาะด้าน	ไม่น้อยกว่า	63 หน่วยกิต	
2.2.1 กลุ่มวิชาบังคับทางวิศวกรรม		60 หน่วยกิต	
2.2.2 กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรม		3 หน่วยกิต	
3. หมวดวิชาเลือกเสรี	ไม่น้อยกว่า	6 หน่วยกิต	

3.1.3 รายวิชา

1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	ไม่น้อยกว่า	30 หน่วยกิต	
1.1 กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	ไม่น้อยกว่า	7 หน่วยกิต	
01175XXX	กิจกรรมพลศึกษา	1(0-2-1)	
	(Physical Education Activities)		
และเลือกเรียนอีกไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต จากรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป			
กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข			

1.2 กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต
เลือกเรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต จากรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป
กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ

1.3 กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต
วิชาภาษาไทย 3(- -)
วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา 9(- -)
วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์ ไม่น้อยกว่า 3(- -)

1.4 กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ไม่น้อยกว่า 2 หน่วยกิต
01999111 ศาสตร์แห่งแผ่นดิน 2(2-0-4)
(Knowledge of the Land)

1.5 กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต
เลือกเรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต จากรายวิชาในหมวดศึกษาทั่วไป
กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์

2. หมวดวิชาเฉพาะ ไม่น้อยกว่า 107 หน่วยกิต

2.1 วิชาเฉพาะพื้นฐาน 44 หน่วยกิต
2.1.1 กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ 25 หน่วยกิต
01403114 ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป 1(0-3-2)
(Laboratory in Fundamental of General Chemistry)
01403117 หลักมูลเคมีทั่วไป 3(3-0-6)
(Fundamental of General Chemistry)
01403221 เคมีอินทรีย์ 3(3-0-6)
(Organic Chemistry)
01403222 เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ 1(0-3-2)
(Laboratory in Organic Chemistry)
01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
(Engineering Mathematics I)

01417168	คณิตศาสตร์วิศวกรรม II (Engineering Mathematics II)	3(3-0-6)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III (Engineering Mathematics III)	3(3-0-6)
01420111	ฟิสิกส์ทั่วไป I (General Physics I)	3(3-0-6)
01420112	ฟิสิกส์ทั่วไป II (General Physics II)	3(3-0-6)
01420113	ปฏิบัติการฟิสิกส์ I (Laboratory in Physics I)	1(0-3-2)
01420114	ปฏิบัติการฟิสิกส์ II (Laboratory in Physics II)	1(0-3-2)
2.1.2	กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม	19 หน่วยกิต
01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม (Computers and Programming)	3(2-3-6)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น (Introduction to Electrical Engineering)	3(3-0-6)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I (Electrical Engineering Laboratory I)	1(0-3-2)
01206221	ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร (Applied Probability and Statistics for Engineers)	3(3-0-6)
01208111	การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)	3(2-3-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mechanics I)	3(3-0-6)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร (Materials Science for Engineers)	3(3-0-6)

2.2 วิชาเฉพาะด้าน		63 หน่วยกิต
2.2.1 กลุ่มวิชาบังคับทางวิศวกรรม		60 หน่วยกิต
01202211	หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี (Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering)	3(3-0-6)
01202212	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I (Unit Operations I)	3(3-0-6)
01202215	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Thermodynamics I)	3(3-0-6)
01202216**	ปรากฏการณ์การถ่ายโอน (Transport Phenomena)	3(3-0-6)
01202222	กระบวนการวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Processes)	3(3-0-6)
01202311	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II (Unit Operations II)	3(3-0-6)
01202312	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III (Unit Operations III)	3(3-0-6)
01202313	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Laboratory I)	1(0-3-2)
01202316	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Thermodynamics II)	3(3-0-6)
01202317**	วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี (Numerical Methods for Chemical Engineers)	3(3-0-6)
01202321**	การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี (Computer Application in Chemical Engineering)	3(3-0-6)
01202341	วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction Engineering)	3(3-0-6)
01202361	เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี (Green Technology for Chemical Engineer)	3(3-0-6)
01202362	วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง (Safety Engineering and Risk Assessment)	3(3-0-6)

** ปรับปรุงรายวิชา

01202399	การฝึกงาน (Internship)	1
01202411	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Laboratory II)	1(0-3-2)
01202413	การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Plant Design)	3(3-0-6)
01202414**	การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Equipment Design)	3(3-0-6)
01202421	พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม (Process Dynamics and Control)	3(3-0-6)
01202431	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี (Chemical Engineering Economics and Cost Estimation)	3(3-0-6)
01202492*	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี (Current Technology in Chemical Engineering)	1(1-0-2)
01202495**	โครงการวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I)	1(0-3-2)
01202497	สัมมนา (Seminar)	1
01202499	โครงการวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II)	3(0-9-5)
2.2.2	กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรม ให้เลือกเรียนไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต จากรายวิชา ต่อไปนี้	3 หน่วยกิต
01202422	การควบคุมแบบหลายตัวแปรและอุปกรณ์ (Multi-variable Control and Instruments)	3(3-0-6)
01202423	ทักษะการออกแบบในกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี (Design Know-how in Chemical Engineering Process)	3(3-0-6)
01202443	การเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ (Heterogeneous Catalysis)	3(3-0-6)

* เปิดรายวิชาใหม่

** ปรับปรุงรายวิชา

01202451	วิศวกรรมชีวกระบวนการ (Bioprocess Engineering)	3(3-0-6)
01202463	วิศวกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี (Petroleum and Petrochemical Engineering)	3(3-0-6)
01202471	วิศวกรรมพอลิเมอร์ (Polymer Engineering)	3(3-0-6)
01202472	เทคโนโลยีวัสดุนาโน (Nanomaterial Technology)	3(3-0-6)
01202490	สหกิจศึกษา (Co-operative Education)	6
01202496	เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมเคมี (Selected Topics in Chemical Engineering)	1-3
01202498	ปัญหาพิเศษ (Special Problems)	1-3

3. หมวดวิชาเลือกเสรี

ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต

ความหมายของเลขรหัสประจำวิชา

ความหมายของเลขรหัสประจำวิชาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ประกอบด้วยตัวเลข 8 หลัก มีความหมายดังนี้

เลขลำดับที่ 1-2 (01) หมายถึง วิทยาเขตบางเขน

เลขลำดับที่ 3-5 (202) หมายถึง สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

เลขลำดับที่ 6 หมายถึง ระดับชั้นปี

เลขลำดับที่ 7 หมายถึง มีความหมายดังนี้

- 1 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับวิชาแกนทางวิศวกรรมเคมี
- 2 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับวิศวกรรมระบบและกระบวนการ
- 3 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับบริหารและจัดการทางวิศวกรรมเคมี
- 4 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับด้านวิศวกรรมปฏิกิริยา
- 5 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับด้านวิศวกรรมชีวเคมีและชีวกระบวนการ
- 6 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับด้านพลังงาน ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม
- 7 หมายถึง กลุ่มวิชาที่เกี่ยวกับด้านวัสดุ
- 9 หมายถึง กลุ่มวิชาฝึกงาน สหกิจศึกษา โครงการ สัมมนาและปัญหาพิเศษ

เลขลำดับที่ 8 หมายถึง ลำดับวิชาในแต่ละกลุ่ม

3.1.4 แสดงแผนการศึกษา

(1) สำหรับนิสิตที่ไม่เลือกเรียนสหกิจศึกษา

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-6)
01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
01420111 ฟิสิกส์ทั่วไป I	3(3-0-6)
01420113 ปฏิบัติการฟิสิกส์ I	1(0-3-2)
01999111 ศาสตร์แห่งแผ่นดิน	2(2-0-4)
วิชาภาษาไทย	3(- -)
วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	3(- -)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	3(2-3-6)
01403114 ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป	1(0-3-2)
01403117 หลักมูลเคมีทั่วไป	3(3-0-6)
01417168 คณิตศาสตร์วิศวกรรม II	3(3-0-6)
01420112 ฟิสิกส์ทั่วไป II	3(3-0-6)
01420114 ปฏิบัติการฟิสิกส์ II	1(0-3-2)
01175xxx กิจกรรมพลศึกษา	1(0-2-1)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	3(- -)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202211	หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202222	กระบวนการวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น	3(3-0-6)
01403221	เคมีอินทรีย์	3(3-0-6)
01403222	เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ	1(0-3-2)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III	3(3-0-6)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202212	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I	3(3-0-6)
01202215	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I	3(3-0-6)
01202216	ปรากฏการณ์การถ่ายโอน	3(3-0-6)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I	1(0-3-2)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	3(- -)
	วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>19(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II	3(3-0-6)
01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II	3(3-0-6)
01202317 วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202321 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
วิชาเลือกเสรี	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>18(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202312 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III	3(3-0-6)
01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202341 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี	3(3-0-6)
01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง	3(3-0-6)
01206221 ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>19(- -)</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202399	การฝึกงาน	1
01202411	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II	1(0-3-2)
01202413	การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202421	พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม	3(3-0-6)
01202492	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี	1(1-0-2)
01202495	โครงการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202497	สัมมนา	1
	วิชาเลือกทางวิศวกรรม	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>14(- -)</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202414	การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202431	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202499	โครงการวิศวกรรมเคมี II	3(0-9-5)
	วิชาเลือกเสรี	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>12(- -)</u>

(2) สำหรับนิสิตที่เลือกเรียนสหกิจศึกษา

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม	3(2-3-6)
01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
01420111 ฟิสิกส์ทั่วไป I	3(3-0-6)
01420113 ปฏิบัติการฟิสิกส์ I	1(0-3-2)
01999111 ศาสตร์แห่งแผ่นดิน	2(2-0-4)
วิชาภาษาไทย	3(- -)
วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	3(- -)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01204111 คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม	3(2-3-6)
01403114 ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป	1(0-3-2)
01403117 หลักมูลเคมีทั่วไป	3(3-0-6)
01417168 คณิตศาสตร์วิศวกรรม II	3(3-0-6)
01420112 ฟิสิกส์ทั่วไป II	3(3-0-6)
01420114 ปฏิบัติการฟิสิกส์ II	1(0-3-2)
01175xxx กิจกรรมพลศึกษา	1(0-2-1)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	3(- -)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202222 กระบวนการวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01205201 วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น	3(3-0-6)
01403221 เคมีอินทรีย์	3(3-0-6)
01403222 เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ	1(0-3-2)
01417267 คณิตศาสตร์วิศวกรรม III	3(3-0-6)
วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	<u>3(- -)</u>
รวม	<u>19(- -)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I	3(3-0-6)
01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I	3(3-0-6)
01202216 ปრაกฏการณ์การถ่ายโอน	3(3-0-6)
01205202 ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I	1(0-3-2)
01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
01206221 ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร	3(3-0-6)
วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	<u>3(3-0-6)</u>
รวม	<u>19(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)
01202311	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II	3(3-0-6)
01202316	อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II	3(3-0-6)
01202317	วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202321	การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I	3(3-0-6)
	วิชาภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา	3(- -)
	วิชาเลือกเสรี	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง)
01202490	สหกิจศึกษา	<u>6</u>
	รวม	<u>6</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202399	การฝึกงาน	1
01202411	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II	1(0-3-2)
01202413	การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202421	พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม	3(3-0-6)
01202492	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี	1(1-0-2)
01202495	โครงการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202497	สัมมนา	1
	วิชาเลือกเสรี	3(- -)
	วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>17(- -)</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01202312	การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III	3(3-0-6)
01202313	ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I	1(0-3-2)
01202341	วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี	3(3-0-6)
01202361	เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี	3(3-0-6)
01202362	วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง	3(3-0-6)
01202414	การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202431	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี	3(3-0-6)
01202499	โครงการวิศวกรรมเคมี II	<u>3(0-9-5)</u>
	รวม	<u>22(- -)</u>

3.1.5 คำอธิบายรายวิชา

3.1.5.1 รายวิชาที่เป็นรหัสของหลักสูตร

- รายวิชาในหลักสูตร

01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)

(Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering)

หลักการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี การทำดุลมวลสารที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี สมดุลวัฏภาค การทำดุลพลังงานโดยใช้ข้อมูลสมดุลเคมี ข้อมูลทางกายภาพและข้อมูลทางอุณหพลศาสตร์ การแก้ปัญหาดุลมวลสารและพลังงาน และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว

Introduction to chemical engineering calculations, stoichiometry and material balance with and without chemical reactions, phase equilibrium data, energy balances using chemical and physical property data, and thermodynamic data, solving material and energy balance problems, and applications in green process.

01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I 3(3-0-6)

(Unit Operations I)

แนะนำหลักการของการปฏิบัติการเฉพาะหน่วย สถิติศาสตร์ของของไหลและการประยุกต์ ปรัชญาการไหลและการผสมพื้นฐานของการไหล การไหลของของไหลชนิดอัดตัวไม่ได้และชนิดอัดตัวได้ในท่อและชั้นบาง อุปกรณ์ส่งผ่านของไหล เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการไหล การผสมและการกวน กลศาสตร์ของอนุภาคและหลักการแยกอนุภาคด้วยแรงโน้มถ่วงและแรงเหวี่ยง การตกตะกอน ฟลูอิดเซชัน การบดลดขนาดและการคัดแยกอนุภาคด้วยเครื่องมือกล และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว

Introduction to unit operations, fluid static and its applications, fluid dynamics, fluid flow phenomena, basic equations of fluid flow, flow of incompressible fluids in pipelines and thin layers, flow of compressible fluids, fluid transporting devices, fluid measuring devices, mixing and agitation, particle mechanics and principles of gravity and centrifugal separation, sedimentation, fluidization, size reduction and mechanical separation and applications in green process.

01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I 3(3-0-6)

(Chemical Engineering Thermodynamics I)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01417167

งานและความร้อน กฎข้อที่หนึ่งและแนวคิดพื้นฐานของอุณหพลศาสตร์ สมการสถานะ ความสัมพันธ์ของสมบัติสถานะ กฎข้อที่สองและข้อที่สามของอุณหพลศาสตร์ วัฏจักรทางอุณหพลศาสตร์

Work and heat, the first law and basic concept of thermodynamics, equations of states, state property relation, the second and the third laws of thermodynamics, thermodynamic cycles.

01202216 ปราภฏการณการถ่ายโอน 3(3-0-6)

(Transport Phenomena)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01417267

กฎความหนืดของนิวตัน กฎการนำความร้อนของฟูเรียร์ กฎการแพร่ของฟิกส์ สมดุลของโมเมนตัม พลังงานและมวล วิธีการดุลแบบเซลล์ สมการการแปรเปลี่ยน การถ่ายโอนโมเมนตัมพลังงานและมวลระหว่างวัฏภาค ดุลมหทรรศน์

Newton's law of viscosity, fourier's law of conduction, fick's law of diffusion, momentum balances, energy balances, mass balances, shell balance method, equations of change, interphase momentum energy and mass transports, macroscopic balances.

01202222 กระบวนการวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)

(Chemical Engineering Processes)

จรรยาบรรณวิศวกรเคมี ปฏิบัติการเคมีและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นในกระบวนการ อุปกรณ์ และภาวะของการปฏิบัติการในอุตสาหกรรมกระบวนการเคมี อุตสาหกรรมเชื้อเพลิง อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ผู้บริโภค

Chemical engineer code of ethics, chemical reactions and physical changes forming in processes; equipment and operating conditions in chemical process industries; fuel industries, petrochemical industries, food industries, chemical industries, consumer product industries.

- 01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II 3(3-0-6)
(Unit Operations II)
การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเชลล์และท่อ เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่น เครื่องควบแน่น เครื่องต้มระเหย การคำนวณสมดุลในหนึ่งขั้นตอน การกลั่น
Heat conduction, heat convection, heat radiation, double pipe heat exchangers, shell and tube heat exchangers, plate heat exchangers, condenser, evaporator, equilibrium stage calculations, distillation.
- 01202312 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III 3(3-0-6)
(Unit Operations III)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202211 และ 01202311
การถ่ายเทมวล อุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติการแบบก๊าซของเหลว การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความชื้น การดูดซึม เครื่องอบแห้ง การสกัด การดูดซับ และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว
Mass transfer, equipment for gas- liquid operations, humidification operation, gas absorption, drying, extraction, adsorption and applications in green process.
- 01202313 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี I 1(0-3-2)
(Chemical Engineering Laboratory I)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202212 หรือ 01202218
ปฏิบัติการทางการลดขนาด การแยกเชิงกล การถ่ายโอนของไหลและความร้อน และการกลั่น
Laboratory in size reduction, mechanical separation, transfer of fluid and heat, and distillation.
- 01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II 3(3-0-6)
(Chemical Engineering Thermodynamics II)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202215
ระบบที่มีสารหลายชนิด สมดุลของวัฏภาคที่มีสารหลายชนิด อุณหพลศาสตร์ของสารละลาย สมดุลปฏิกิริยาเคมี
Multi- component system, multi- component phase equilibrium, solution thermodynamics, chemical reaction equilibria.

- 01202317** วิธีเชิงตัวเลขสำหรับวิศวกรเคมี 3(3-0-6)
(Numerical Methods for Chemical Engineers)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01204111 และ 01417167
การสร้างสมการคณิตศาสตร์ของปัญหาทางวิศวกรรมเคมี ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการพีชคณิต การหาปริพันธ์เชิงตัวเลข ผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญและสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้แก้สมการ
Mathematical formulation of chemical engineering problems. Numerical solutions of algebraic equations. Numerical integration. Numerical solutions of ordinary and partial differential equations. Computer programs for solving equations.
- 01202321** การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทางวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)
(Computer Application in Chemical Engineering)
การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมเคมี การสร้างแบบจำลองกระบวนการ การออกแบบอุปกรณ์ปฏิบัติการเฉพาะหน่วย และการวิเคราะห์กระบวนการโดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป
Use of computer software to solve chemical engineering problems. Development of flowsheet simulation. Unit operations design. Process analysis using software packages.
- 01202341 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี 3(3-0-6)
(Chemical Reaction Engineering)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202211
จลนพลศาสตร์เคมี จลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาที่เป็นเนื้อเดียวกัน การออกแบบเบื้องต้นสำหรับเครื่องปฏิกรณ์เคมี สารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง เครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้สารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นของแข็ง
Principles of chemical kinetics, kinetics of homogeneous reactions, design fundamentals for chemical reactors, solid catalysts, heterogeneous catalytic reactors.

01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี 3(3-0-6)
(Green Technology for Chemical Engineers)

หลักการควบคุมมลพิษในโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการบำบัด น้ำเสีย มลพิษทางเสียง มลพิษของอากาศและกากของแข็ง หลักการการป้องกันมลพิษโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด การประเมินตลอดวัฏจักรชีวิต การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ รวมทั้งเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมที่สำคัญอื่นๆ ในอนุกรมมาตรฐานสากล ไอเอสโอ 14000 โดยใช้พื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมในการประเมิน จำลอง และออกแบบ ที่พิจารณาทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อม

Principles of industrial pollution control, treatment of wastewater, noise pollution, air pollution from industry, and solid wastes, principles of pollution prevention using cleaner technology, life cycle assessment, eco-design and other emerging tools in ISO 14000 series by using fundamentals of chemical engineering to assess, model, and design which take into account both ecological and economical aspects.

01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง 3(3-0-6)
(Safety Engineering and Risk Assessment)

พิษวิทยาและสุขศาสตร์อุตสาหกรรม แบบจำลองการกระจายการปลดปล่อยพิษ อัคคีภัย การระเบิดและการป้องกัน อุปกรณ์นิรภัย การจำแนกอันตราย การประเมินความเสี่ยงและอันตรายร้ายแรง การจัดการความเสี่ยง การตรวจสอบอุบัติเหตุ กฎหมาย ข้อบังคับความปลอดภัย จรรยาบรรณ และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว

Toxicology and industrial hygiene, toxic-released dispersion models, fire, explosions and prevention, safety equipment, hazard identification, risk and major hazard assessment, risk management, accident investigation, law, safety regulation and ethics and applications in green process.

01202399 การฝึกงาน 1
(Internship)

การฝึกงานในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีในสถานประกอบการเอกชน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือ สถานศึกษา โดยมีระยะเวลาเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง และไม่ต่ำกว่า 30 วันทำการ

Internship for chemical engineering in private enterprises, government agencies, government enterprises or academic places at least 240 hours and at least 30 working days.

- 01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II 1(0-3-2)
(Chemical Engineering Laboratory II)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202218 หรือ 01202311
ปฏิบัติการทางการถ่ายโอนความร้อนและมวล และการควบคุม กระบวนการ
Laboratory in heat and mass transfer and process control.
- 01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)
(Chemical Engineering Plant Design)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202311
แนวคิดและขั้นตอนการออกแบบโรงงานและกระบวนการผลิตทางวิศวกรรมเคมี
ข้อพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ที่ตั้ง และ
การวางผังโรงงาน การออกแบบให้เหมาะสมที่สุด การออกแบบเครือข่ายแลกเปลี่ยน
ความร้อนและมวลสาร
Concept and procedure for plant design and chemical production
process, considerations in economic, safety and environment, plant location
analysis and plant lay out, optimum design, design of heat exchanger and
mass exchanger network.
- 01202414** การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)
(Chemical Engineering Equipment Design)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202311
หลักการของการออกแบบเชิงกล ข้อจำกัดในการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุ
สำหรับอุปกรณ์ในโรงงานกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี การสร้างสเปรดชีทการคำนวณ
ทางวิศวกรรมเคมีด้วยคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ การบริหารโครงการ
Fundamentals of mechanical design, design constraints and
material selection for chemical engineering processing plant. Creating a
chemical engineering calculation spreadsheet using computer software.
Project management.

** ปรับปรุงรายวิชา

- 01202421 พลศาสตร์ของกระบวนการและการควบคุม 3(3-0-6)
(Process Dynamics and Control)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01417267
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี เทคนิคการแก้ปัญหาและพลศาสตร์ของระบบ หลักการควบคุมแบบย้อนกลับ การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ การออกแบบระบบควบคุมและตอบสนองความถี่ และเทคนิคการควบคุมขั้นสูง
- Mathematical modeling of chemical engineering processes, solution techniques and dynamics of these systems, feedback control concept, stability analysis, frequency response and control system designs, advanced control techniques.
- 01202422 การควบคุมแบบหลายตัวแปรและอุปกรณ์ 3(3-0-6)
(Multi-variable Control and Instruments)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202421
- ภาพรวมของระบบการควบคุม อุปกรณ์วัดในกระบวนการ ชนิดของสัญญาณ การแปลงสัญญาณระหว่างอนาล็อกกับดิจิทัล ดาตาแอกวิซิชั่น และการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ทฤษฎีการควบคุม การควบคุมหลายตัวแปร การออกแบบ การจำลอง และการประยุกต์ตัวควบคุมพีไอดี
- Overview of control system, process instruments, type of signals, Analog- to- digital and digital- to- analog converters, data acquisition and computer- based control, control theory, multivariable control, design simulation and implementation of PID controller.
- 01202423 ทักษะการออกแบบในกระบวนการทางวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)
(Design Know-how in Chemical Engineering Process)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202321 และ 01202413
- หลักการของการเรียนแบบใช้โจทย์ปัญหา ทักษะการออกแบบด้านกระบวนการปิโตรเลียม และปิโตรเคมี กระบวนการเคมี การหาค่าเหมาะที่สุด และระบบที่มีความร้อนร่วม
- Principles of problem-based learning, design know-how of petroleum and petrochemical processes, chemical processes, optimization and heat integration.

- 01202431 เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี 3(3-0-6)
(Chemical Engineering Economics and Cost Estimation)
การอ่านข้อมูลทางการบัญชีและงบการเงินของอุตสาหกรรมเคมี การประมาณราคา
ต้นทุน ของเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตทางเคมี และการวิเคราะห์เชิง
เศรษฐศาสตร์เพื่อประกอบการตัดสินใจในการออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี การ
วิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ในการเลือกกระบวนการเคมี และการลงทุนในอุตสาหกรรมเคมี
Interpreting the accounting data and financial statements in chemical
industry, chemical process equipment cost estimation and economic
evaluation in chemical engineering plant design, economic evaluation for
selection of alternative chemical processes and investment in chemical
industry.
- 01202443 การเร่งปฏิกิริยาวิวิธพันธุ์ 3(3-0-6)
(Heterogeneous Catalysis)
หลักการของการเร่งปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธุ์ เส้นอุณหภูมิกงที่ของการดูดซับ อัตราเร็ว
และแบบจำลองทางจลนศาสตร์ของการเร่งปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดต่างๆ และการ
ประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรม การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาและการผลิต การจำแนกคุณลักษณะ
การตรวจสอบทางกายภาพ และกรณีศึกษา
Concepts of heterogeneous catalysis: adsorption and adsorption
isotherm, rate and kinetic model of catalytic reaction, types of catalysts and
industrial applications, catalyst preparation and production, characterization,
physical determination, case study.
- 01202451 วิศวกรรมชีวกระบวนการ 3(3-0-6)
(Bioprocess Engineering)
แนวคิดหลักทางชีวภาพและวิศวกรรมชีวกระบวนการ และการประยุกต์สำหรับ
วิศวกรรมเคมี ความรู้ที่จำเป็นทางจุลชีววิทยา ชีวเคมีและพันธุศาสตร์ การประยุกต์ใช้หลักการ
ทางวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบ พัฒนาและวิเคราะห์กระบวนการที่ใช้ตัวเร่งทางชีวภาพ
The principal concepts of biological and bioprocess engineering and
applications for chemical engineers, essence in microbiology, biochemistry and
genetics, the applications of engineering principles to design, develop and
analyze processes using biocatalysis.

01202463 วิศวกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี 3(3-0-6)
(Petroleum and Petrochemical Engineering)

อุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี ธรณีวิทยาและวิศวกรรมแหล่งกักเก็บเบื้องต้น การสำรวจและการขุดเจาะ ความปลอดภัยและการตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในการสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม การขนส่งน้ำมันและก๊าซ การแยกก๊าซธรรมชาติ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย การกลั่นปิโตรเลียม

Petroleum and petrochemical industry, basic geology and reservoir engineering, exploration and drilling, safety and environmental concern in petroleum exploration and production, oil and gas transportation, natural gas separation, petrochemical industry in Thailand, petroleum refining.

01202471 วิศวกรรมพอลิเมอร์ 3(3-0-6)
(Polymer Engineering)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01403221

หลักการและวิธีการเตรียมพอลิเมอร์ โครงสร้างของพอลิเมอร์ สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ สมบัติเชิงกลและสมบัติทั่วไปอื่น ๆ การไหลของพอลิเมอร์ สารเติมแต่ง การขึ้นรูปเทคโนโลยียืดหยุ่น และการประยุกต์ใช้ในกระบวนการสีเขียว

The principles and methods of polymer preparation, structure of polymer, physical properties, mechanical properties and other general properties, flow properties, additives, fabrication processes, elastomer technology, and applications in green process.

01202472 เทคโนโลยีวัสดุนาโน 3(3-0-6)
(Nanomaterial Technology)

ภาพรวมของเทคโนโลยีนาโนและวัสดุนาโน คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุนาโนนาโนเมตร กระบวนการเตรียมวัสดุนาโน เทคนิคในการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของวัสดุนาโน การประยุกต์ใช้ประโยชน์วัสดุนาโน

Overview of nanotechnology and nanomaterials, fundamental of nano-effects, fabrication methods of nanomaterials, nanomaterial characterization, applications and implications of nanomaterials.

01202490	สหกิจศึกษา Co-operative Education การปฏิบัติงานในสถานประกอบการในลักษณะพนักงานชั่วคราว เพื่อให้ได้ประสบการณ์จากการไปปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย On the job training as a temporary employee in order to get experiences from assignments.	6
01202492*	เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี (Current Technology in Chemical Engineering) เทคโนโลยีปัจจุบันทางวิศวกรรมเคมี วัสดุขั้นสูง เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีพลังงานที่สะอาด Current technology in chemical engineering. Advanced materials. Biotechnology. Clean energy technology	1(1-0-2)
01202495**	โครงการงานวิศวกรรมเคมี I (Chemical Engineering Project I) วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202211 และ 01202212 และ 01202215 การเตรียมข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรมเคมี และการนำเสนอ Proposal preparation of chemical engineering project and presentation	1(0-3-2)
01202496	เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมเคมี (Selected Topics in Chemical Engineering) เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมเคมีในระดับปริญญาตรี หัวข้อเรื่องเปลี่ยนไปในแต่ละภาคการศึกษา Selected topics in chemical engineering at the bachelor's degree level. Topics are subject to change each semester.	1-3
01202497	สัมมนา (Seminar) การนำเสนอและอภิปรายหัวข้อที่น่าสนใจทางวิศวกรรมเคมีในระดับปริญญาตรี Presentation and discussion on current interesting topics in chemical engineering at the bachelor's degree level.	1

* เปิดรายวิชาใหม่

** ปรับปรุงรายวิชา

- 01202498 ปัญหาพิเศษ (Special Problems) 1-3
- การศึกษาค้นคว้าทางวิศวกรรมเคมีระดับปริญญาตรี และเรียบเรียงเขียนเป็นรายงาน
- Study and research in chemical engineering at the bachelor's degree level and compiled into a report.
- 01202499 โครงการงานวิศวกรรมเคมี II (Chemical Engineering Project II) 3(0-9-5)
- วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01202495
- การทำให้เกิดผลโครงการวิศวกรรมเคมี การปฏิบัติการทดลอง การเตรียมรายงาน โครงการการนำเสนอผลงานปากเปล่า
- Implementation of the proposed chemical engineering project, experimental operation, report preparation and oral presentation.

- รายวิชาบริการ

- 01202218 การปฏิบัติการถ่ายโอนโมเมนตัมและความร้อน (Momentum and Heat Transfer Operations) 3(3-0-6)
- สถิตยศาสตร์ของไหลและการประยุกต์ พลศาสตร์ของไหล ปรัชญาการณของการไหลและสมการพื้นฐานของการไหล การไหลของของไหลชนิดอัดตัวไม่ได้ในท่อและการไหลเป็นชั้นบาง อุปกรณ์ขนส่งของไหล อุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการไหล การผสมและการกวน หลักการพื้นฐานการถ่ายโอนความร้อนโดย การนำ การพา และการแผ่รังสี เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน การกรอง การทำระเหย การตกตะกอน การหมุนเหวี่ยง และการก่อกองสภาพของไหล
- Fluid statics and its applications; fluid dynamics; fluid flow phenomena and basic equations of fluid flow; flow of incompressible fluids in pipelines and thin layers; fluid transporting devices; fluid measuring devices; mixing and agitation; fundamental of heat transfer: conduction, convection, and radiation; double pipe heat exchangers; heat exchange equipment; filtration; evaporation; sedimentation; centrifuge; fluidization.

01202318	การปฏิบัติการถ่ายโอนมวล (Mass Transfer Operations) การถ่ายเทมวล การดูดซึมก๊าซ การคำนวณสมดุลลำดับขั้น การกลั่น การสกัด การอบแห้ง การดูดซับ และการควบคุมการปฏิบัติการเฉพาะหน่วย Mass transfer, gas absorption, equilibrium-stage calculations, distillation, extraction, drying, adsorption, and control of unit operations.	3(3-0-6)
----------	---	----------

3.1.5.2 รายวิชาที่เป็นรหัสวิชาเอกหลักสูตร

01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม (Computers and Programming)	1(0-3-2)
----------	---	----------

โครงสร้างพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ การแทนข้อมูลในคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาด้วยขั้นตอนวิธี การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นด้วยภาษาระดับสูง การฝึกปฏิบัติการโปรแกรมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

Basic structure of modern computer systems; data representation in computers; algorithmic problem solving; program design and development methodology; introductory programming using a high-level programming language; programming practice in computer laboratory.

01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น (Introduction to Electrical Engineering)	3(3-0-6)
----------	--	----------

การวิเคราะห์วงจรกระแสตรงและกระแสสลับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการใช้งานมอเตอร์และการใช้งาน หม้อแปลง ระบบไฟสามเฟส ระบบส่งกำลัง เครื่องมือทางไฟฟ้า

Direct current and alternating current circuit analysis. Generators and their uses. Motors and their uses. Transformers. Three-phase systems. Power transmission system. Electrical instruments.

01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I (Electrical Engineering Laboratory I) วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01205201	1(0-3-2)
----------	--	----------

ปฏิบัติการเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น

Laboratory experiments on topics covered in introduction to Electrical Engineering.

- 01206221 ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)
(Applied Probability and Statistics for Engineers)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01417168

ความน่าจะเป็น ค่าคาดหวังและการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ใช้ทั่วไป การแจกแจงจากการสุ่มตัวอย่าง การอนุมานทางสถิติสำหรับปัญหา การสุ่มตัวอย่างหนึ่งและสองชุด การวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการประยุกต์สถิติกับระบบอุตสาหกรรม

Probability, expected value and common probability distributions, sampling distributions, statistical inference for one-and-two sample problems, regression analysis, analysis of variance and their applications to industrial systems.

- 01208111 การเขียนแบบวิศวกรรม 3(2-3-6)
(Engineering Drawing)

เทคนิคการเขียนตัวอักษรและตัวเลข การเขียนรูปทรงเรขาคณิตประยุกต์ การเขียนภาพออร์โทกราฟฟิก การเขียนภาพสามมิติ การให้ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน การเขียนภาพตัดวิงช่วย การหาแผ่นคลี่ เทคนิคการเขียนภาพร่าง การเขียนแบบแสดงรายละเอียดและการเขียนภาพประกอบ การเขียนแบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเบื้องต้น

Lettering techniques; applied geometry drawing; orthographic drawing; pictorial drawing; dimensioning and tolerancing; sectional view drawing; auxiliary views; development; sketching techniques; detail and assembly drawing, introduction to computer-aided drawing.

- 01208221 กลศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
(Basic Principles of Engineering Mechanics)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01417167

การวิเคราะห์แรง สมดุล การประยุกต์สมการสมดุลกับโครงสร้างและเครื่องจักรกล เชนทรอยด์ ทฤษฎีของแปปปีส คาน แผ่นผนังแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด เคเบิล ความเสียด

ทานแห้ง ลิ่ม สกรูและसानพาน งานเสมือน เสถียรภาพของสมดุล โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่
พลศาสตร์เบื้องต้น

Force analysis, equilibrium; application of equilibrium equation to frames and machines; centroid, theorem of Pappus; beams, shear and bending moment diagrams, cable; dry friction, wedges, screws and belts; virtual work, stability of equilibrium; area moment of inertia, introduction to dynamics.

01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)
(Materials Science for Engineers)

ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สมบัติ กระบวนการ และสมรรถนะของวัสดุ
วิศวกรรม แผนภาพสมดุลเฟสและการตีความ โครงสร้างจุลภาคและมหภาคที่สัมพันธ์กับ
สมบัติของวัสดุวิศวกรรม การตรวจสอบโครงสร้างของวัสดุ การทดสอบและการวิเคราะห์
สมบัติของวัสดุ การกัดกร่อนและการเสื่อมของวัสดุ กระบวนการผลิตของวัสดุวิศวกรรม วัสดุ
ประกอบและวัสดุก่อสร้าง

Relationships between structures, properties, processes and performances of engineering materials. Phase equilibrium diagrams and their interpretation. Micro and macrostructures related to properties of engineering materials. Investigation of material structures. Material properties testing and analysis. Corrosion and degradation of materials. Production processes of engineering materials. Composite and construction materials

01403114 ปฏิบัติการหลักรวมเคมีทั่วไป 1(0-3-2)
(Laboratory in Fundamentals of General Chemistry)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01403117 หรือพร้อมกัน

ปฏิบัติการสำหรับวิชา 01403117 หลักรวมเคมีทั่วไป

Laboratory work for 01403117 Fundamentals of General Chemistry.

01403117 หลักรวมเคมีทั่วไป 3(3-0-6)
(Fundamentals of General Chemistry)

โครงสร้างอะตอม ตารางพีริออดิกและสมบัติตามตารางพีริออดิก พันธะเคมี
ปริมาณสัมพันธ์ แก๊ส ของเหลว ของแข็ง สารละลาย จลนพลศาสตร์เคมี สมดุลเคมี กรด
และเบส สมดุลของไอออน ธาตุเรพรีเซนเททีฟ โลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โลหะแทรนซิชัน

Atomic structure, periodic table and periodic properties, chemical bonds, stoichiometry, gases, liquids, solids, solutions, chemical kinetics, chemical equilibria, acids and bases, ionic equilibria, representative elements, metals, nonmetals and metalloids, transition metals.

01403221 เคมีอินทรีย์ 3(3-0-6)
(Organic Chemistry)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01403111 หรือ 01403115 หรือ 01403117

ทฤษฎีทางเคมีอินทรีย์ การจำแนกประเภทของสารประกอบอินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมี และกลไกของปฏิกิริยา สเตอริโอเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของสารแอลิแพติกไฮโดรคาร์บอน แอลคิลเฮไลด์ แอโรแมติกไฮโดรคาร์บอน แอลกอฮอล์ อีเทอร์ สารประกอบฟีนอล แอลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์ อนุพันธ์กรดอินทรีย์ และเอมีน สมบัติของลิพิด คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน โปรตีน และกรดนิวคลีอิก การหาโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์โดยวิธีทางสเปกโทรสโกปี

Theories in organic chemistry. Classification of organic compounds. Chemical reactions and mechanisms. Stereochemistry. Properties and reactions of aliphatic hydrocarbons, alkyl halides, aromatic hydrocarbons alcohols, ethers, phenolic compounds, aldehydes, ketones, carboxylic acids, derivatives of carboxylic acids, and amines. Properties of lipids, carbohydrates, amino acids, proteins, and nucleic acids. Structural determination of organic compounds by spectroscopic methods.

01403222 เคมีอินทรีย์ภาคปฏิบัติการ 1(0-3-2)
(Laboratory in Organic Chemistry)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01403221 หรือพร้อมกัน

ปฏิบัติการสำหรับวิชา 01403221 เคมีอินทรีย์

Laboratory work for 01403221 Organic Chemistry

01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
(Engineering Mathematics I)

ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์และการประยุกต์ ค่าเชิงอนุพันธ์ ปริพันธ์และการประยุกต์ ระบบพิกัดเชิงขั้ว ปริพันธ์ไม่ตรงแบบ ลำดับและอนุกรม การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

Limits and continuity of functions, derivatives and applications, differentials, integration and applications, polar coordinates , improper integrals, sequences and series, mathematical induction.

- 01417168 คณิตศาสตร์วิศวกรรม II 3(3-0-6)
(Engineering Mathematics II)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01417167
เวกเตอร์และเรขาคณิตวิเคราะห์ทรงตัน แคลคูลัสของฟังก์ชันหลายตัวแปร
แคลคูลัสของฟังก์ชันค่าเวกเตอร์
Vectors and solid analytic geometry, calculus of multivariables
functions, calculus of vector-valued functions.
- 01417267 คณิตศาสตร์วิศวกรรม III 3(3-0-6)
(Engineering Mathematics III)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01417168
สมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นอันดับหนึ่ง สมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้นที่มีสัมประสิทธิ์
เป็นค่าคงตัว ผลการแปลง ลاپลาซและการแปลงผกผัน ผลเฉลยที่เป็นอนุกรมกำลัง
ระบบสมการเชิงอนุพันธ์เชิงเส้น
First order linear differential equations, linear differential equations
with constant coefficients, Laplace transforms and inverse transforms, power
series solutions, system of linear differential equations.
- 01420111 ฟิสิกส์ทั่วไป I 3(3-0-6)
(General Physics I)
กลศาสตร์ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก คลื่น กลศาสตร์ของไหล อุณหพลศาสตร์
Mechanics, harmonic motion, waves, fluid mechanics,
thermodynamics.
- 01420112 ฟิสิกส์ทั่วไป II 3(3-0-6)
(General Physics II)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01420111
ไฟฟ้าแม่เหล็ก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทัศนศาสตร์ ฟิสิกส์ยุคใหม่เบื้องต้น และ
นิวเคลียร์ฟิสิกส์

Electromagnetism, electromagnetic waves, optics, introduction to modern physics and nuclear physics.

- 01420113 ปฏิบัติการฟิสิกส์ I 1(0-3-2)
(Laboratory in Physics I)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01420111 หรือพร้อมกัน หรือ 01420117 หรือพร้อมกัน
ปฏิบัติการสำหรับวิชาฟิสิกส์ทั่วไป I หรือ ฟิสิกส์พื้นฐาน I
Laboratory for General Physics I or Basic Physics I
- 01420114 ปฏิบัติการฟิสิกส์ II 1(0-3-2)
(Laboratory in Physics II)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01420113 และ 01420112 หรือพร้อมกัน หรือ 01420118 หรือพร้อมกัน
ปฏิบัติการสำหรับวิชาฟิสิกส์ทั่วไป II หรือฟิสิกส์พื้นฐาน II
Laboratory for General Physics II or Basic Physics II.

3.2 ชื่อ สกุล ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์

3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
1	นายกานติส สุดสาคร* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2538 M.S. (Chemical Engineering) West Virginia University, USA., 2542 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Pittsburgh, USA., 2545	งานวิจัย 1. CO ₂ capture in the form of thermally stable solid compounds using ammoniated brine, 2562 2. Transesterification of Jatropha oil to biodiesel using SrO catalysts modified with CaO from waste eggshell, 2564	01202218 01202311 01202313 01202399 01202490 01202411 01202431 01202431 01202473 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202218 01202311 01202313 01202399 01202411 01202431 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
2	นายชินนทร์ ปัญจพรผล รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) เกียรตินิยม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538 M.S. (Chemical Engineering) University of Drexel, USA., 2545 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Drexel USA., 2548	งานวิจัย 1. Hybrid control scheme for anaerobic digestion in a CSTR-UASB reactor system, 2563 2. Input/output linearizing controller with Taylor series expansion for a nonminimum phase process by hardware-in-the-loop approach, 2563 3. Enhancement of PHB production process in a fed-batch bioreactor using input-output linearization technique with optimal setpoints, 2564	01202313 01202321 01202399 01202411 01202422 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202321 01202399 01202411 01202422 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202497 01202498 01202499
3	นางสาวชลิตา เนียมนุ้ย* รองศาสตราจารย์	งานวิจัย 1. Synthesis of light hydrocarbons via oxidative coupling of	01202211 01202313 01202314 01202399	01202211 01202216 01202313 01202399

* อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543 วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546 วศ.ด. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551	methane over silica-supported Na ₂ WO ₄ -TiO ₂ catalyst, 2562 2. Influence of the Calcination Technique of silica on the properties and performance of Ni/SiO ₂ catalysts for synthesis of hydrogen via methane cracking reaction, 2562 3. Synthesis of dimethyl ether via CO ₂ hydrogenation: Effect of the drying technique of alumina on properties and performance of alumina-supported copper catalysts, 2563	01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
4	นายณัฏพล เจียรสำราญ อาจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549 M. Phil. (Chemical Engineering) Newcastle University, UK., 2556 Ph.D. (Chemical Engineering) Loughborough University, UK., 2562	1. Eco-friendly fabrication of highly selective amide-based polymer for CO ₂ capture, 2562 2. CO ₂ capture performance and environmental impact of copolymers of ethylene glycol dimethacrylate with acrylamide, methacrylamide and triallylamide, 2563 3. Water stress assessment in Thailand using geo-informatics, 2563	01202211 01202313 01202399 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202211 01202313 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
5	นายธงชัย โรหิตะดิษฐ์ ศรีนพคุณ ศาสตราจารย์ วท.บ. (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525 บริหารธุรกิจ (การตลาด) มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2529 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี)	งานวิจัย 1. Heat integration and batch scheduling of optimal bioethanol production, 2563 2. Grey wolf optimizer (GWO) with multi-objective optimization for biodiesel production from waste	01202313 01202399 01202411 01202421 01202422 01202423 01202490	01202313 01202399 01202411 01202421 01202422 01202423 01202490

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2530 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia, 2541	cooking oil using central composite design (CCD), 2563 3. Non-negative differential evolution for particle sizing from ultrasonic attenuation spectroscopy, 2564	01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
6	นายธงไทย วิฑูรย์ รองศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548 วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552	งานวิจัย 1. Effect of reaction conditions on the lifetime of SAPO-34 catalysts in methanol to olefins process – A review, 2564 2. Modeling the effect of process parameters on the photocatalytic degradation of organic pollutants using artificial neural networks, 2564 3. Core-Shell Faujasite@Aqueous Miscible Organic-Layered Double Hydroxides Composites with Tunable Acid/Base Properties for One-Pot Synthesis of Ethyl trans- α -Cyanocinnamate, 2564	01202312 01202313 01202318 01202322 01202399 01202411 01202490 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202312 01202313 01202318 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
7	นางสาวนันทิยา หาญศุภลักษณ์ รองศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538 M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA., 2541 Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA., 2546	งานวิจัย 1. Identification of bacteria caused bad odors in the rubber plants, 2562 2. Natural rubber as a template for making hollow silica spheres and their use as antibacterial agents, 2562 3. Model-based design, synthesis and use of thermally insulating	01202213 01202313 01202362 01202399 01202411 01202471 01202490 01202495 01202496 01202497	01202313 01202317 01202362 01202399 01202411 01202471 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
		mortar formulations for energy conservation in buildings, 2563	01202498 01202499	01202498 01202499
8	นางปวีณา ประไพไยนา รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546 Ph.D. (Material Science) University of Manchester, UK., 2553	งานวิจัย 1. Synthesis conditions for natural rubber and natural rubber reinforced with graphene fibre production by electrospinning, 2563 2. Effect of calcium hydroxy phosphate as a crystallinity enhancer in nafion membrane for direct methanol fuel cell, 2563 3. Properties and DMFC performance of nafion/mordenite composite membrane fabricated by solution-casting method with different solvent ratio, 2563	01202212 01202313 01202399 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202212 01202313 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202497 01202498 01202499
9	นางสาวพรรณทิศา ลิ่มแหลมทอง อาจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553 M.Sc. (Advanced Chemical Engineering with Process Systems Engineering), Imperial College London, UK., 2557 Ph.D. (Chemical Engineering), Imperial College London, UK., 2562	งานวิจัย 1. Mixed-Integer Programming Approach for Dimensionality Reduction in Data Envelopment Analysis: Application to the Sustainability Assessment of Technologies and Solvents, 2561 2. Combined Use of Bilevel Programming and Multi-objective Optimization for Rigorous Analysis of Pareto Fronts in Sustainability Studies: Application to the Redesign of the UK Electricity Mix, 2561	01202321 01202399 01202411 01202414 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202321 01202399 01202411 01202414 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202497 01202498 01202499

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
		3. Temporal sustainability efficiency analysis of urban areas via Data Envelopment Analysis and the hypervolume indicator: Application to London boroughs, 2563		
10	นางเพ็ญจิตร์ ศรีนพคุณ รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2529 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Queensland, Australia, 2538	งานวิจัย 1. Complex effects of wax on ionic liquid pretreatment of oil palm empty fruit bunch, 2563 2. Techno-economic evaluation of hand sanitizer production using oil palm empty fruit bunch-based bioethanol by simultaneous saccharification and fermentation (SSF) process, 2563 3. Controllable synthesis of mesoporous magnetite/activated carbon composites as efficient adsorbents for hexavalent chromium removal, 2563	01202222 01202313 01202399 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202222 01202313 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
11	นายไพศาล คงคาอุยฉาย รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526 M.S. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA., 2532 Ph.D. (Chemical Engineering) Texas A&M University, USA., 2535	งานวิจัย 1. Electron beam radiation curing of natural rubber filled with silica-graphene mixture prepared by latex mixing, 2562 2. Roles of ZnO in Cu/Core-Shell Al-MCM-41 for NO Reduction by Selective Catalytic Reduction with NH ₃ : The Effects of Metal Loading and Cu/ZnO Ratio, 2562	01202313 01202341 01202399 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202341 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
		3. Enhancing the Dispersion of Cu-Ni Metals on the Graphene Aerogel Support for Use as a Catalyst in the Direct Synthesis of Dimethyl Carbonate from Carbon Dioxide and Methanol, 2563		01202499
12	นายมานพ เจริญไชยตระกูล* รองศาสตราจารย์ B.Eng. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia, 2540 Ph.D. (Chemical Engineering) University of New South Wales, Australia, 2545	งานวิจัย 1. Application of Box-Behnken design for processing of mefenamic acid-paracetamol cocrystals using gas anti-solvent (GAS) process, 2561 2. Statistical optimization for production of mefenamic acid-nicotinamide cocrystals using gas anti-solvent (GAS) process, 2561 3. Statistical optimization for precipitation of bioactive compounds from extracted Centella asiatica using gas anti-solvent technique, 2563	01202313 01202316 01202399 01202411 01202473 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202316 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
13	นางเมตตา เจริญพานิช* ศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532 D.Eng. (Applied Chemistry) Tohoku University, Japan, 2539	งานวิจัย 1. Drying Techniques Affecting Structure-Reactivity of Pt/Cr-Ta: SrTiO ₃ Catalysts in Visible Light-Irradiated Water Splitting Reaction, 2562 2. Role of Nitrogen on the Porosity, Surface, and Electrochemical Characteristics of Activated Carbon, 2563	01202312 01202313 01202318 01202322 01202341 01202399 01202411 01202443 01202443 01202490 01202490 01202495 01202496	01202312 01202313 01202318 01202341 01202399 01202411 01202443 01202490 01202492 01202495 01202496

* อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
		3. Application of magnetic field to CO hydrogenation using a confined-space catalyst: effect on reactant gas diffusivity and reactivity, 2564	01202497 01202498 01202499	01202497 01202498 01202499
14	นายเมธี สายศรีหยุด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539 M.Sc. (Chemical Engineering) RWTH-Aachen University, Germany, 2548 Dr.Techn. (Chemical Engineering) Vienna University of Technology, Austria, 2552	งานวิจัย 1. Biomass and lipid production by Rhodococcus opacus PD630 in molasses-based media with and without osmotic-stress, 2562 2. Synthesis, characterization and catalytic activity studies of lanthanum oxide from Thai monazite ore for biodiesel production, 2562 3. Biolubricant basestocks synthesis using 5-step reaction from jatropha oil, soybean oil, and palm fatty acid distillate, 2564	01202313 01202322 01202399 01202411 01202414 01202414 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202399 01202411 01202414 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
15	นางสาววลีพร ดอนไพร* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552 วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557	งานวิจัย 1. Hydrogen and carbon allotrope production through methane cracking over Ni/bimodal porous silica catalyst: Effect of nickel precursor, 2561 2. Effect of Modified Nanoclay Surface Supported Nickel Catalyst on Carbon Dioxide Reforming of Methane, 2564 3. Infiltrate Mesoporous Silica-Aluminosilicate Structure Improves Hydrogen Production	01202211 01202215 01202313 01202322 01202362 01202399 01202411 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202211 01202215 01202313 01202362 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499

* อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
		via Methane Decomposition over a Nickel-Based Catalyst, 2564		
16	นางสาววิกานดา วรหัตถ์บัณฑิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545 วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551	งานวิจัย 1. Life Cycle Greenhouse Gas and Energy Cost Optimization for manufacturing sector in Thailand, 2561 2. Environmental impact assessment of bio-hydrogenated diesel from hydrogen and co- product of palm oil industry, 2564	01202313 01202361 01202399 01202411 01202463 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202361 01202399 01202411 01202463 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
17	นางสาวศุภพัชรี รอดเดชา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2547 วท.ม (เคมีเชิงฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2549 Ph.D. (Chemical Engineering) Rochester University, USA., 2555	งานวิจัย 1. Preparation and Electrochemical Properties of the Spongelike Melamine Formaldehyde- Poly(vinyl alcohol)/LiFePO ₄ Porous Composite as the Lithium-Battery Cathode, 2563 2. The optimization and comparison of the electrochemical performances for the polyaniline and melamine doping onto activated porous carbon material derived from pineapple leaf fiber as anode material for lithium-ion batteries, 2564 3. Production of composite fibers from natural rubber and lignin, 2564	01202313 01202399 01202411 01202472 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202399 01202411 01202472 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
18	นายสิริพล อนันตวรสกุล รองศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540 M.Eng. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada, 2543 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Mc Gill, Canada, 2547	งานวิจัย 1. Application of Genetic Algorithm in Simultaneous Deconvolution: Case Studies of Ethylene/1- Butene Copolymers with Direct and Inverse MW/CC Relationships, 2563 2. Dynamic Monte Carlo Simulation for Chain-Shuttling Polymerization of Olefin Block Copolymers in Continuous Stirred-Tank Reactor, 2563 3. Using Artificial Intelligence Techniques to Design Ethylene/1-Olefin Copolymers, 2563	01202313 01202322 01202399 01202411 01202413 01202471 01202471 01202490 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202313 01202399 01202411 01202413 01202471 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
19	นางสาวสุนันท์ ลิ้มตระกูล รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2524 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528 D.Sc. (Chemical Engineering) University of Washington, USA., 2539	งานวิจัย 1. Modeling and evaluation of hydrodesulfurization and deactivation rates for partially wetted Trilobe catalyst using finite element method, 2562 2. Scaling of a catalytic cracking fluidized bed downer reactor based on computational fluid dynamics simulations, 2563 3. Study of wall-to-bed heat transfer in circulating fluidized bed riser based on CFD simulation, 2563	01202313 01202314 01202399 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202216 01202313 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496 01202496 01202497 01202498 01202498 01202499
20	นายอนุสรณ์ สืบสาย รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมี)	งานวิจัย 1. Synthesis of value-added chemicals via oxidative coupling	01202218 01202313 01202399	01202218 01202313 01202399

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
	มหาวิทยาลัยมหิดล, 2547 Ph.D. (Chemical Engineering) California Los Angeles University, USA., 2554	of methane over alkali or alkali earth oxides-doped Na ₂ WO ₄ - TiO ₂ -MnO _x /SiO ₂ catalysts, 2563 2. Modification of pineapple leaf fibers with aminosilanes as adsorbents for H ₂ S removal, 2564 3. Synthesis of value-added hydrocarbons via oxidative coupling of methane over MnTiO ₃ -Na ₂ WO ₄ /SBA-15 catalysts, 2564	01202411 01202443 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202411 01202443 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
21	นายอนุสิทธิ์ ชนะพิมพ์เมธา* รองศาสตราจารย์ วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2533 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537 วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552	งานวิจัย 1. A comparison of methods of ethanol production from sweet sorghum bagasse, 2562 2. A combined cellulosic and starchy ethanol and biomethane production with stillage recycle and respective cost analysis, 2562 3. Lipid production by the yeast Lipomyces starkeyi grown on sugars and oil palm empty fruit bunch hydrolysate, 2562	01202311 01202313 01202322 01202399 01202411 01202451 01202490 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499	01202311 01202313 01202399 01202411 01202451 01202490 01202492 01202495 01202496 01202497 01202498 01202499
22	นายอรรถศักดิ์ จารีย์ ศาสตราจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538 M.A.Sc. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada, 2541 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Waterloo, Canada, 2545	งานวิจัย 1. Hydroprocessing of palm oil using Rh/HZSM-5 for the production of biojet fuel in a fixed bed reactor, 2563 2. 5-HMF production from glucose using ion exchange resin and	01202211 01202313 01202399 01202411 01202490 01202495 01202496 01202497	01202211 01202313 01202399 01202411 01202490 01202492 01202495 01202496

* อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน	
			ปัจจุบัน	หลักสูตร ปรับปรุง
		alumina as a dual catalyst in a biphasic system, 2563 3. The Design of Three-Zone Simulated Moving Bed Process for the Separation of Chlorogenic and Gallic Acids Extracted from Spent Coffee Grounds, 2564	01202498 01202499	01202497 01202498 01202499

3.2.2 อาจารย์ผู้สอน

ไม่มี

3.2.3 อาจารย์พิเศษ

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ คุณวุฒิ (สาขาวิชา) ชื่อสถาบัน, ปีที่สำเร็จการศึกษา	ผลงานทางวิชาการ	ภาระงานสอน ในหลักสูตรปรับปรุง
1	นายบุญธรรม ปวีณ์วรรณ อาจารย์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536 Ph.D. (Chemical Engineering) University of Cambridge, UK., 2542		01202463 01202496 01202498

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม

เนื่องจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความต้องการให้บัณฑิตมีประสบการณ์ในวิชาชีพก่อนเข้าสู่การทำงานจริง ดังนั้นในหลักสูตรจึงมีรายวิชาการฝึกงานสาขาวิศวกรรมเคมีและบังคับให้นิสิตทุกคนลงทะเบียนรายวิชานี้ โดยเป็นรายวิชาที่ต้องลงทะเบียนเรียนจำนวน 1 หน่วยกิต นอกจากนี้ในหลักสูตรได้เตรียมทางเลือกเพื่อผู้สนใจในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา โดยมีจำนวน 6 หน่วยกิต

4.1. มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

ความคาดหวังในผลการเรียนรู้ประสบการณ์ภาคสนามของนิสิต มีดังนี้

- (1) ทักษะในการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ ตลอดจนมีความเข้าใจในหลักการ ความจำเป็นในการเรียนรู้ทฤษฎีมากยิ่งขึ้น
- (2) บุรณาการองค์ความรู้ที่เรียนมาเพื่อนำไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
- (3) มีมนุษยสัมพันธ์และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี
- (4) มีระเบียบวินัย ตรงเวลา และเข้าใจวัฒนธรรมขององค์กร ตลอดจนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานประกอบการได้

4.2 ช่วงเวลา

ตามแผนการศึกษา

4.3 การจัดเวลาและตารางสอน

(1) รหัสวิชา 01202399 การฝึกงาน โดยฝึกงานเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง และไม่น้อยกว่า 30 วันทำการ ในช่วงปิดภาคฤดูร้อน

(2) รหัสวิชา 01202490 สหกิจศึกษา โดยเข้าร่วมโครงการตลอดภาคการศึกษาที่ 2 ของปี การศึกษาที่ 3

5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย (ถ้ามี)

5.1 คำอธิบายโดยย่อ

การทำโครงการวิศวกรรมเคมี นิสิตจะต้องลงทะเบียนเรียน รหัสวิชา 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I และรหัสวิชา 01202499 วิชาโครงการวิศวกรรมเคมี II จำนวน 2 วิชา ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1 ลงทะเบียน รหัสวิชา 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I โดยมีข้อกำหนดของการทำวิจัยระดับปริญญาตรี คือ นิสิตต้องสอบผ่านวิชาบังคับเฉพาะสาขาวิศวกรรมเคมี 3 วิชา คือ 01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี 01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I และ 01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2 ลงทะเบียน รหัสวิชา 01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II โดยมีข้อกำหนดคือ นิสิตต้องสอบผ่านวิชา 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I

5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

นิสิตมีทักษะในการทำโครงการเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือพัฒนาความรู้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมและสามารถวิเคราะห์และเรียบเรียงผลได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

5.3 ช่วงเวลา

ตามแผนการศึกษา

5.4 จำนวนหน่วยกิต

จำนวนหน่วยกิตรวม 4 หน่วยกิต โดยแบ่งเป็น 2 รายวิชา ดังนี้

01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I จำนวน 1 หน่วยกิต

01202499 โครงการวิศวกรรมเคมี II จำนวน 3 หน่วยกิต

5.5 การเตรียมการ

ภาควิชาฯ จัดให้มีการแนะนำหัวข้อโครงการที่น่าสนใจในสาขาวิศวกรรมเคมี พร้อมทั้งแนะนำอาจารย์ประจำที่สามารถให้คำปรึกษาในการทำโครงการในหัวข้อเหล่านั้นแก่นิสิตก่อนที่นิสิตลงทะเบียนเรียนในปีที่ 4 เพื่อให้นิสิตเลือกหัวข้อที่อยู่ในความสนใจของตนได้อย่างแท้จริง

5.6 กระบวนการประเมินผล

การวัดผลทำโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบ ซึ่งจะพิจารณาจากคุณภาพของโครงการ การนำเสนอผลงานโดยปากเปล่า และความรู้ความเข้าใจของนิสิตในโครงการที่ทำ

หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนิสิต

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมที่ใช้
บัณฑิตมีความรู้ ความชำนาญทางวิศวกรรมเคมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เป็นผู้นำทางด้าน การออกแบบ และ จำลอง กระบวนการ โดยคำนึงถึงความปลอดภัย ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน และเศรษฐกิจหมุนเวียน	จัดรายวิชาสอนที่เป็นพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี ควบคู่ไปกับรายวิชาที่มีการประยุกต์และเชื่อมโยงความรู้ทางด้านวิศวกรรมเคมี เศรษฐศาสตร์ ความปลอดภัย และด้านสิ่งแวดล้อม และมอบหมายงานที่เป็นโครงการ เป็นระบบครบวงจร เช่น วิชาเทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี วิชาการออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี วิชาวิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง และวิชาเศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี

2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

2.1 คุณธรรม จริยธรรม

2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และซื่อสัตย์สุจริต
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม
- (3) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้ง ตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและ ศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์
- (4) สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม
- (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

2.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) สอดแทรกเนื้อหาทางด้านคุณธรรม จริยธรรม ตามโอกาสอันควร
- (2) จัดให้มีกรณีศึกษา
- (3) จัดระเบียบการเข้าชั้นเรียน
- (4) จัดให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม

2.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) จำลองสถานการณ์ สังเกตพฤติกรรมของนิสิตโดยรวมและรายบุคคล
- (2) ประเมินการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
- (3) ประเมินจากการทำงานกลุ่ม

2.2 ความรู้

2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน และเศรษฐศาสตร์เพื่อประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้าง นวัตกรรมทางเทคโนโลยี
- (2) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหา ของสาขาวิชาเฉพาะทางวิศวกรรม
- (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
- (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริง

ได้

2.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) การบรรยาย
- (2) การให้กรณีศึกษา
- (3) การสาธิต
- (4) การทำวิจัย ค้นคว้า โครงการงาน
- (5) ให้การบ้าน แบบฝึกหัด
- (6) ฝึกปฏิบัติ
- (7) ใช้แบบจำลอง เกม ในการสอน
- (8) ให้นิสิตอภิปราย ระดมสมอง

2.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) สอบข้อเขียน
- (2) สอบปฏิบัติการ
- (3) แบบฝึกหัด การบ้าน ทำรายงาน
- (4) สอบปากเปล่า
- (5) ประกวดแข่งขันผลงาน
- (6) นิสิตประเมินตนเอง
- (7) สังเกตพฤติกรรมของนิสิต
- (8) ประเมินโดยนิสิตร่วมชั้น

2.3 ทักษะทางปัญญา

2.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี
- (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ
- (3) สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสมในการพัฒนานวัตกรรม หรือต่อยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์
- (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตัวเองเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ

2.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) มีการทำโครงการที่ต้องใช้ความรู้ที่เรียนทั้งหมดมาประกอบ
- (2) มีการให้นิสิตอภิปราย ระดมสมอง
- (3) มีการทำวิจัย ค้นคว้า ทำรายงานในเรื่องที่ศึกษา
- (4) มีการจัดประกวด แข่งขัน ผลงาน

- (5) ให้กรณีศึกษา กำหนดโจทย์การบ้าน
- (6) มีการจำลองสถานการณ์จริง ให้แก้ปัญหาเฉพาะหน้า

2.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) สอบข้อเขียน
- (2) สอบปฏิบัติการ
- (3) แบบฝึกหัด การบ้าน ทำรายงาน
- (4) สอบปากเปล่า
- (5) ประกวดแข่งขันผลงาน
- (6) นิสิตประเมินตนเอง
- (7) สังเกตพฤติกรรมของนิสิต
- (8) ประเมินโดยนิสิตร่วมชั้น

2.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

2.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

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

2.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) ให้การบ้าน แบบฝึกหัด
- (2) สอดแทรกเนื้อหาเรื่องเกี่ยวกับความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- (3) มีการให้ทำงานเป็นกลุ่ม
- (4) มีการให้นิสิตนำเสนองาน

2.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) มีการนำเสนองาน
- (2) พิจารณาจากคุณภาพของงานกลุ่มที่มอบหมาย
- (3) สอบปากเปล่า
- (4) เช็การตรงเวลาและความครบถ้วนในการส่งงานการบ้าน

2.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี
- (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ
- (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์
- (5) สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อประกอบอาชีพในสายวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องได้

2.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) ให้โจทย์การบ้านที่ต้องใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลข
- (2) สอดแทรกเนื้อหาการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมคำนวณ
- (3) สอนให้รู้จักการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้จากอินเทอร์เน็ต
- (4) สอดแทรกพื้นฐานทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

2.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) ตรวจสอบหลักการคิดวิเคราะห์และการโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากงานที่ได้มอบหมาย
- (2) ให้มีการนำเสนอแหล่งความรู้ต่างๆจากอินเทอร์เน็ต
- (3) มีการสอบปฏิบัติการจริงโดยการใช้คอมพิวเตอร์แก้ปัญหา
- (4) ให้มีการทำรายงานและการนำเสนอโดยใช้สื่อประสม

3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก

○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
	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
01202211		●	○			○	●		●			●	●						○		○				
01202212		●	○			●	○			●			●						○		○				
01202215		●	○			●		○					●						○		○				
01202216		●	○			●							●			○					○				
01202218		●	○			●	○						●						○		○				
01202222		●	○				●	●							●				○					●	
01202311		●	○				●	○				●	●						●		○				
01202312	●	●	○				●	○					●						○				○		
01202313		●	●		○		●	○					●		○	○			●		○				
01202316		●	○			●		○					●						○		○				
01202317		●	○			●			●				●						○		○				●
01202318	●	●	○				●	○					●						○				○		
01202321		●	○				●						●						●		●		○		
01202341		●	○				●	○					●						○		○				
01202361		●	○	●			●	●			●	●			●					○	○				
01202362		●	○	●			●								●					○	○				
01202399	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
	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
01202411		●	●		○		●	○					●		○	○			●		○				
01202413		●	○	●			●					●	●					○	○	○	○				
01202414	○	●	○	●			●					●	●					○	○	○	○				
01202421		●	○		●	○		●				●						●			○			●	
01202422		●	○			○	●			○			●		○				○		○				
01202423		●	○			○	●					●							○		○				
01202431		●	○	●			●								●				○				○		
01202443		●	○				●	○				●							○		○				
01202451		●	○				●					●							○				○		
01202463		●	○				●	○	●			●	●						○		○				
01202471		●	○			●	●	○				●			●				○		○				
01202472		●	●			●		○		●	●		●		●				●		○		○	●	
01202490	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	
01202492	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
01202495	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
01202496		●	○				●	○				●			○			○	○		○		○		
01202497	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
01202498	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
01202499	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์ เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
	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
01204111		●					●					○						○					●		
01205201		●		●		●					●		●					●	●						●
01205202	●	●	○		●		○		●	○		●				●	●	○					●	●	
01206221	○	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	●	○
01208111	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●
01208221	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
01213211	○	●			○	●		○				●		○	●				○			○			
01403114		○	○			●		○				●			○				●				○		○
01403117		○				●		○				●			○				○				○	●	
01403221		●	○			●		○				●			●				○				○	●	
01403222		○	○			●		○				●			○				●				○		
01417167		○				●		○				●			○				○				○	●	
01417168		○				●		○				●			○				○				○	●	
01417267		○				●		○				●			○				○				○	●	
01420111		○				●		○				●			○				○				○	●	
01420112		○				●		○				●			○				○				○	●	
01420113		○	○			●		○				●			○				●				○		○
01420114		○	○			●		○				●			○				●				○		○

หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนิสิต

1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดังนี้

14. การวัดและประเมินผลการศึกษา

14.1 การประเมินผลการศึกษาของแต่ละรายวิชาจะกระทำได้เป็นระดับคะแนนต่างๆ ซึ่งมีความหมาย และ
แต้มคะแนนดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย	แต้มคะแนน
A	ดีเยี่ยม (excellent)	4.0
B+	ดีมาก (very good)	3.5
B	ดี (good)	3.0
C+	ค่อนข้างดี (fairly good)	2.5
C	พอใช้ (fair)	2.0
D+	อ่อน (poor)	1.5
D	อ่อนมาก (very poor)	1.0
F	ตก (fail)	0.0
I	ยังไม่สมบูรณ์ (incomplete)	-
S	พอใจ (satisfactory)	-
U	ไม่พอใจ (unsatisfactory)	-
P	ผ่าน (passed)	-
NP	ไม่ผ่าน (not passed)	-
N	ยังไม่ทราบระดับคะแนน (grade not reported)	-

ระดับคะแนน I ใช้เฉพาะกรณีที่นิสิตมีงานบางส่วนในวิชานั้นยังไม่สมบูรณ์ แต่มีการวัดผลอย่างอื่นของวิชานั้น
ตลอดภาคการศึกษา และเป็นที่พอใจของอาจารย์ผู้สอน

ระดับคะแนน S และ U ใช้สำหรับรายวิชาที่นิสิตลงทะเบียนเรียนประเภทไม่นับหน่วยกิต (Audit)

ระดับคะแนน P ใช้สำหรับรายวิชาที่ไม่นำค่าของหน่วยกิตมาคำนวณแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสม การฝึกงานที่ไม่มี
หน่วยกิต หรือรายวิชาที่มีการเทียบโอนจากการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบัน

ระดับคะแนน N ใช้เฉพาะกรณีที่ยังไม่ได้รับรายงานการประเมินผลการศึกษา

14.2 นิสิตต้องดำเนินการขอแก้ไขระดับคะแนน I และ N ให้เสร็จสิ้นภายใน 30 วันหลังวันส่งคะแนน วัน
สุดท้ายของภาคการศึกษานั้น การผ่อนผันต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และได้รับ
อนุมัติจากคณบดีเจ้าสังกัดรายวิชานั้น ทั้งนี้ ต้องไม่เกินสิ้นภาคการศึกษาปกติถัดไป หากไม่ปฏิบัติตามให้ถือว่านิสิตผู้
นั้นได้ระดับคะแนน F หรือ U ในรายวิชานั้น

14.3 การแก้ไขระดับคะแนนต้องมีเหตุผลความจำเป็นพร้อมเอกสารประกอบการพิจารณา โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา คณะกรรมการประจำคณะเจ้าสังกัดรายวิชานั้น และได้รับอนุมัติจากรองอธิการบดีที่ได้รับมอบหมายให้ดูแลงานด้านวิชาการ

14.4 การคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสม

14.4.1 การคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมของนิสิต ให้คิดจากแต้มคะแนนทุกรายวิชาที่นิสิตลงทะเบียนเรียน ประเภท นับหน่วยกิต (credit) ทั้งรายวิชาที่สอบได้ และรายวิชาที่สอบตก

14.4.2 การคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมของนิสิตที่ย้ายสาขาวิชาเอก ย้ายหลักสูตร ย้ายคณะ ให้คิดแต้มคะแนนของทุกรายวิชาที่มีปรากฏในหลักสูตรสาขาวิชาเอกที่รับเข้า ไม่ว่าจะป็นรายวิชาที่เทียบให้หรือไม่ก็ตาม ส่วนรายวิชาที่ไม่ปรากฏในหลักสูตรสาขาวิชาเอกที่รับเข้า ไม่สามารถนำมาคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสม

14.4.3 การคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมของนิสิตที่โอนมาจากสถานศึกษาอื่น และนิสิต ที่จบอนุปริญญาหรือเทียบเท่า และได้รับอนุมัติให้เข้าศึกษาต่อ ให้คิดเฉพาะแต้มคะแนนของรายวิชาที่เรียนใหม่เท่านั้น

14.4.4 การคิดแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสม เพื่อพิจารณาสถานภาพทางการศึกษาของนิสิต ตามเกณฑ์ในข้อ 26.4.9 และ 26.4.10 นั้น ให้คิดปีละสองครั้ง คือ เมื่อสิ้นสุดการศึกษาภาคต้นและภาคปลาย ส่วนผลการศึกษาในภาคฤดูร้อน ให้นำไปนับรวมกับผลการศึกษาภาคต้นถัดไป เว้นแต่กรณีผู้จบการศึกษาในภาคฤดูร้อน

14.5 คณะสามารถระงับการประกาศ หรือการตัดผลการศึกษาให้แก่นิสิต หากนิสิตค้างชำระหนี้สินในภาควิชา และในคณะนั้นๆ

14.6 มหาวิทยาลัยสามารถระงับหรือเพิกถอนการออกไปแสดงผลการศึกษา และใบรับรองใดๆ ให้แก่นิสิต หากนิสิตค้างชำระหนี้สินภายใน หรือภายนอกมหาวิทยาลัยที่มหาวิทยาลัยรับทราบ ถึงแม้ได้มีการประกาศผลการศึกษาไปแล้วก็ตาม

2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนิสิต

การทวนสอบเพื่อยืนยันว่าผู้จบการศึกษาทุกคนมีผลการเรียนรู้อย่างน้อยตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

2.1 การทวนสอบระดับรายวิชา ขณะที่ยังไม่สำเร็จการศึกษา

การทวนสอบในระดับรายวิชา มีการประเมินทั้งในรายวิชาภาคทฤษฎีและปฏิบัติ โดยกำหนดรายวิชา ทวนสอบจำนวนร้อยละ 25 ของวิชาที่จัดการเรียนการสอนในแต่ละปีการศึกษา หมุนเวียนจนครบทุกรายวิชา และมีคณะกรรมการจากอาจารย์ประจำหลักสูตรผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ประเมินแผนการสอน รูปแบบวิธีการสอน วิธีการประเมินผล และผลการเรียนรู้ของนิสิต ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละรายวิชา ผลการทวนสอบรายวิชาจะนำไปใช้เป็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการสอนต่อไป การทวนสอบในระดับหลักสูตร มีระบบประกันคุณภาพภายใน เพื่อใช้ในการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนิสิต

2.2 การทวนสอบระดับหลักสูตร หลังจากนิสิตสำเร็จการศึกษา

การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนิสิตหลังสำเร็จการศึกษา เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและหลักสูตร รวมทั้งการประเมินคุณภาพของหลักสูตรใช้การประเมินต่อไปนี้

- 1) การได้งานทำของบัณฑิต โดยประเมินจากบัณฑิตแต่ละรุ่นที่สำเร็จการศึกษาในด้านของระยะเวลาในการหางานทำ ความเห็นต่อความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจของบัณฑิตในการประกอบกรงานอาชีพ
- 2) การทวนสอบจากผู้ประกอบการ เพื่อประเมินความพึงพอใจในบัณฑิตที่จบการศึกษา และเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้นๆ
- 3) การประเมินจากสถานศึกษาอื่น ถึงระดับความพึงพอใจในด้านความรู้ ความพร้อม และคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของบัณฑิตที่เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในสถานศึกษานั้นๆ
- 4) การประเมินจากผู้สำเร็จการศึกษา ในส่วนของความพร้อมและความรู้จากสาขาวิชาที่เรียนตามหลักสูตร เพื่อนำมาใช้ในการปรับหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้น
- 5) มีการเชิญผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และผู้ประกอบการ มาประเมินหลักสูตร หรือเป็นอาจารย์พิเศษ เพื่อเพิ่มประสบการณ์ เรียนรู้ และการพัฒนาองค์ความรู้ของนิสิต

3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้

ข้อ 28 การขอจบและอนุมัติปริญญาหรืออนุปริญญา

28.1 นิสิตต้องยื่นคำร้องแสดงความจำนงขอจบการศึกษาต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และคณบดีเจ้าสังกัดนิสิตภายใน 30 วัน นับแต่วันเปิดเรียนของภาคการศึกษาสุดท้าย ที่นิสิตคาดว่าจะสอบได้หน่วยกิตครบถ้วนตามหลักสูตร

28.2 นิสิตที่มีสิทธิ์ขอรับปริญญา ต้องศึกษารายวิชาและปฏิบัติตามข้อกำหนดครบถ้วนตามความต้องการแห่งหลักสูตร โดยมีแต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมตลอดหลักสูตร ตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป และมีระยะเวลาศึกษาในมหาวิทยาลัยไม่ต่ำกว่า 6 ภาคการศึกษาปกติสำหรับหลักสูตร 4 ปี หรือไม่ต่ำกว่า 8 ภาคการศึกษาปกติสำหรับหลักสูตร 5 ปี และไม่ต่ำกว่า 10 ภาคการศึกษาปกติสำหรับหลักสูตร 6 ปี ทั้งนี้ ยกเว้นผู้ที่ได้รับการเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิต

28.3 นิสิตต้องสอบได้ทุกรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนไว้ จึงมีสิทธิ์ขอจบและรับปริญญาได้ กรณีที่สอบตก (F) ในรายวิชาที่เป็นวิชาเลือกเสรี อาจเลือกเรียนรายวิชาอื่นทดแทนได้ โดยความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรหรือหัวหน้าภาควิชา และคณบดีเจ้าสังกัดนิสิต

28.4 นิสิตอาจยื่นคำร้องขอรับอนุปริญญาได้ กรณีเมื่อเรียนครบหลักสูตรและเงื่อนไขด้วยอนุปริญญาที่กำหนดไว้ในแต่ละหลักสูตร หรือกรณีที่นิสิตเรียนครบตามหลักสูตร ในข้อ 28.2 และปฏิบัติตามข้อกำหนดและระเบียบ แต่ได้แต้มคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.00

28.5 นิสิตต้องชำระหนี้สินทั้งหมดที่มีต่อมหาวิทยาลัย ต่อคณะ หรือต่อภาควิชาให้เรียบร้อยเสร็จสิ้นก่อน จึงจะได้รับการเสนอชื่อเพื่อขอรับปริญญาหรืออนุปริญญา

- 28.6 นิสิตที่สมควรได้รับการเสนอชื่อให้ได้รับปริญญาหรืออนุปริญญาต้องเป็นผู้ที่มีความประพฤติที่ไม่ขัดต่อระเบียบของมหาวิทยาลัยและวินัยของนิสิต
- 28.7 สภามหาวิทยาลัย เป็นผู้พิจารณาอนุมัติปริญญาหรืออนุปริญญา
- 28.8 ผู้สำเร็จการศึกษาที่จะได้รับการเสนอชื่อเพื่อขอเข้ารับพระราชทานปริญญาหรืออนุปริญญาได้ต้องผ่านการเข้าร่วมกิจกรรมนิสิตและต้องเข้าร่วมทดสอบความรู้หรือทักษะอื่นตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- 28.9 พิธีประสาทปริญญากำหนดปีละหนึ่งครั้ง

หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์

1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

จัดให้มีการปฐมนิเทศหลักสูตรให้กับอาจารย์ใหม่เพื่อให้ทราบถึงเป้าประสงค์ของหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอนของหลักสูตร และจัดให้มีระบบอาจารย์พี่เลี้ยง โดยให้อาจารย์ที่มีประสบการณ์การทำงานและการสอนในหลักสูตรนี้ไม่น้อยกว่า 3 ปี เป็นผู้ให้คำแนะนำด้านต่างๆ รวมถึงให้มีความรู้และเข้าใจนโยบายของสถาบันอุดมศึกษา คณะและหลักสูตรที่สอน วิธีการสอนแบบต่างๆ ตลอดจนการใช้และผลิตสื่อการสอน เพื่อเป็นการพัฒนาการสอนของอาจารย์ นอกจากนี้ยังกำหนดให้อาจารย์ใหม่ไม่ต้องรับงานบริหารในช่วง 2 ปีแรก เพื่อให้มุ่งเน้นการสร้างผลงานทางวิชาการให้สามารถเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการได้เร็วขึ้น

2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

2.1.1 ส่งเสริมให้อาจารย์เข้าร่วมฝึกอบรมหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่มหาวิทยาลัยจัดขึ้นเป็นประจำ

2.1.2 จัดให้มีทุนสำหรับการฝึกอบรมภายนอกมหาวิทยาลัย

2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่นๆ

2.2.1 จัดให้มีทุนสำหรับการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ดูงานวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่างๆ

2.2.2 จัดให้มีทุนสำหรับการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศ หรือต่างประเทศ

2.2.3 ส่งเสริมให้อาจารย์ทุกคนเข้ารับการพัฒนาตนเอง

2.2.4 ส่งเสริมให้อาจารย์ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการ

2.2.5 สนับสนุนให้อาจารย์จัดทำผลงานทางวิชาการ เพื่อส่งเสริมการมีตำแหน่งทางวิชาการสูงขึ้น

หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

1. การกำกับมาตรฐาน

มีคณะกรรมการประจำหลักสูตรเป็นผู้กำกับดูแลและคอยให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวปฏิบัติให้แก่อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเป็นผู้บริหารจัดการหลักสูตรให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยประกาศใช้ และเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดระยะเวลาที่มีการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

- อาจารย์ประจำหลักสูตรมีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาเอก หรือมีตำแหน่งทางวิชาการ หรือมีประสบการณ์หลายปี และต้องมีผลงานทางวิชาการที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อรับปริญญา และเป็นผลงานทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในการพิจารณาแต่งตั้งให้บุคคลดำรงตำแหน่งทางวิชาการอย่างน้อย 1 รายการในรอบ 5 ปีย้อนหลัง
- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร มีคุณวุฒิและคุณสมบัติเช่นเดียวกับอาจารย์ประจำหลักสูตร จำนวนอย่างน้อย 5 คน และประจำหลักสูตรตลอดระยะเวลาที่จัดการศึกษา
- หลักสูตรมีการอ้างอิงกับมาตรฐานที่กำหนดโดยหน่วยงานวิชาชีพวิศวกรรมเคมีระดับสากลหรือระดับชาติ และมีการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยโดยพิจารณาปรับปรุงทุกๆ 5 ปี
- มีการประเมินมาตรฐานของหลักสูตรสม่ำเสมอ ทั้งจากนิสิตที่กำลังศึกษาอยู่ บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอก

2. บัณฑิต

- คุณภาพบัณฑิตเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ โดยพิจารณาจากผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยหลักสูตรจัดให้มีการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบ มคอ. 1 สาขาวิศวกรรมศาสตร์โดยผู้ใช้บัณฑิต 5 ด้าน ได้แก่

1. คุณธรรม จริยธรรม
2. ความรู้
3. ทักษะทางปัญญา
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ
5. ทักษะวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร สารสนเทศ

- บัณฑิตมีงานทำ ประกอบอาชีพอิสระ หรือศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา

- หลักสูตรมีการศึกษาข้อมูลตลาดแรงงานเพื่อผลิตบัณฑิตให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และมีการติดตามประเมินผลความพึงพอใจของบัณฑิตและผู้ใช้บัณฑิตอย่างต่อเนื่อง

3. นิสิต

การรับนิสิต

- หลักสูตรได้กำหนดคุณสมบัติของนิสิตที่รับเข้าศึกษา และกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกที่มีความโปร่งใส ชัดเจน สอดคล้องกับคุณสมบัติของนิสิตที่กำหนดในหลักสูตร ร่วมกับคณะกรรมการภาควิชาและคณะกรรมการคณะ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกข้อมูลและวิธีการคัดเลือกนิสิตที่เหมาะสม เพื่อให้นิสิตที่รับเข้าศึกษามีคุณสมบัติตามที่กำหนด สามารถสำเร็จการศึกษาได้ตามระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนด

การเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษา

- หลักสูตรมีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าศึกษาให้กับนิสิต โดยจัดให้มีระบบให้คำแนะนำปรึกษา และการปฐมนิเทศแก่นิสิตเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจแก่นิสิต เกี่ยวกับการวางแผนการศึกษาที่ถูกต้อง มีการแนะแนวทางการเรียนการสอนของหลักสูตร และทางเลือกในการศึกษาที่แตกต่างกัน ได้แก่ การลงทะเบียนเรียน การเรียนวิชาเฉพาะเลือก และการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา

การควบคุม การดูแล การให้คำปรึกษาวิชาการ และแนะแนวแก่นิสิต

- หลักสูตรมีการควบคุม การดูแล การให้คำปรึกษาวิชาการ และแนะแนวแก่นิสิต ผ่านระบบอาจารย์ที่ปรึกษา มีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาให้นิสิตทุกคน โดยนิสิตที่มีปัญหาในการเรียนสามารถปรึกษาทางวิชาการได้กับอาจารย์ที่ปรึกษาได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ (Office Hours) และเพิ่มขีดความสามารถในการให้คำปรึกษาแก่นิสิต โดยนิสิตสามารถติดต่อได้โดยตรงกับอาจารย์ที่ปรึกษาทางอีเมล แอปพลิเคชัน Line และ Facebook นอกจากนี้ ภาควิชาวิศวกรรมเคมียังมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารของภาควิชา ผ่านระบบออนไลน์ เช่น การสื่อสารผ่านเว็บไซต์ แอปพลิเคชัน Line หรือ Facebook ของภาควิชา เป็นต้น เพื่อให้นิสิตเข้าถึงข้อมูลได้อย่างทั่วถึง

- ภาควิชาวิศวกรรมเคมีพัฒนาเว็บไซต์ และ Facebook ของภาควิชา อย่างสม่ำเสมอเพื่อแจ้งข่าวสารข้อมูลที่ทันสมัยแก่นิสิต

- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีการประเมินอัตราการคงอยู่ของนิสิตทุกปีการศึกษา

- ให้คำแนะนำแก่นิสิตในด้านทุนการศึกษา และส่งเสริมให้เข้าร่วมกิจกรรมนอกหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อพัฒนา พฤติกรรม ความรู้ ความสามารถ ทักษะด้านต่าง ๆ ผ่านชั่วโมงกิจกรรมตามนโยบายของมหาวิทยาลัย

- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีการประเมินอัตราการสำเร็จการศึกษาทุกปีการศึกษา และบริหารจัดการความเสี่ยงของนิสิตเพื่อให้สามารถสำเร็จการศึกษาได้ตามระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนดโดยใช้ระบบอาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและกรรมการวิชาการของภาควิชา ช่วยกำกับดูแลการจัดการเรียนการสอนของนิสิตเพื่อให้สำเร็จการศึกษาได้ตามแผนการศึกษาที่หลักสูตรกำหนด และมีการวางแผนการเปิดรายวิชาสำหรับนิสิตที่เกิดปัญหาการเรียนไม่ตรงตามแผน

- หลักสูตรจัดให้มีระบบการอุทธรณ์ ร้องเรียน และข้อเสนอแนะจากนิสิต โดยให้นิสิตสามารถยื่นคำร้องผ่านอาจารย์ที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและภาควิชาต้นสังกัดเสนอต่อคณบดี

การส่งเสริมและพัฒนานิสิต

หลักสูตรมีการจัดกิจกรรมในหลักสูตรและนอกหลักสูตรเพื่อพัฒนาศักยภาพของนิสิต

- จัดให้นิสิตมีโอกาสไปเยี่ยมชมสถานประกอบการจริงที่เกี่ยวข้องกับสาขาอาชีพวิศวกรรมเคมี ผ่านกิจกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา และกิจกรรมเสริมที่ทางภาควิชาฯ จัดขึ้น
- ส่งเสริมทักษะทางวิชาชีพผ่านวิชาฝึกงานทั้งในและนอกประเทศ
- มีการสอดแทรกทักษะการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ เช่น การจัดกิจกรรม English Club โดยอาจารย์ผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และการจัดสัมมนาเป็นภาษาอังกฤษ เป็นต้น
- หลักสูตรจัดให้มีการอบรมการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะทางวิศวกรรมเคมีเพื่อการคำนวณและออกแบบ
- หลักสูตรสนับสนุนให้นิสิตเข้าร่วมโครงการประกวดโครงงานวิศวกรรมเคมีเป็นประจำทุกปี
- จัดให้มีการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเรื่องความปลอดภัยเป็นประจำทุกปี
- หลักสูตรจัดให้มีการปฐมนิเทศการฝึกงานในระดับภาควิชาเพื่อเน้นย้ำความสำคัญของการฝึกงานและแจ้งวิธีปฏิบัติตัวที่ถูกต้องในการฝึกงานแก่นิสิต

4. อาจารย์

คณะกรรมการประจำหลักสูตร มีการจัดทำแผนและวางแผนระยะยาว ในการทำกรอบอัตรากำลังเพื่อให้จำนวนอาจารย์มีความเหมาะสมตามแผนการดำเนินงาน และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร โดยคำนึงถึงอัตราคงอยู่ของอาจารย์ปัจจุบันรวมจำนวนอาจารย์ที่จะเกษียณอายุในอนาคต เพื่อกำหนดจำนวนอาจารย์ที่ต้องสรรหาเพิ่มในแต่ละปีการศึกษา

การรับอาจารย์ใหม่

คุณสมบัติของอาจารย์ใหม่ต้องสอดคล้องกับแผนพัฒนาของภาควิชาและเป็นไปตามเกณฑ์ของสกอ. และมีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาเอกในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี หรือ สาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะมีการนำเสนอขอความเห็นชอบจากที่ประชุมคณะกรรมการภาควิชา และคณะกรรมการประจำคณะ ก่อนดำเนินการประกาศรับสมัครและผ่านกระบวนการคัดเลือก โดยมีการทดสอบความสามารถในการสอน และมีการสัมภาษณ์โดยคณะกรรมการ ตามกฎระเบียบของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแต่งตั้งอาจารย์พิเศษ

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรจะพิจารณาแต่งตั้งอาจารย์พิเศษจากทั้งในและต่างประเทศร่วมกับคณาจารย์ในภาควิชาในแต่ละปีการศึกษา โดยพิจารณาจากความรู้ความสามารถ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์เฉพาะด้านที่ต้องการเสริมให้กับนิสิต และสอดคล้องกับแผนการดำเนินงานของภาควิชาฯ

การบริหารอาจารย์

- อาจารย์ใหม่ที่ผ่านการคัดเลือกจะมีการแต่งตั้งอาจารย์พี่เลี้ยง (Mentor) อย่างเป็นทางการ เพื่อคอยดูแลและให้คำแนะนำ ในเรื่องของกฎเกณฑ์ที่สำคัญต่างๆ และวัฒนธรรมขององค์กร นอกจากนี้ยังคอยแนะนำให้ปฏิบัติตามภารกิจของคณะและมหาวิทยาลัย

- ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และคณาจารย์ผู้สอน จะมีการจัดประชุมร่วมกันในกำหนดภาระงานสอน การวางแผนจัดการเรียนการสอน ประเมินผล และให้ความเห็นชอบการประเมินผลทุกรายวิชา เก็บข้อมูลไว้เพื่อ

ปรับปรุงหลักสูตร ตลอดจนปรึกษาหารือแนวทางที่จะบรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร และได้บัณฑิตเป็นไปตามคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์

การส่งเสริมและพัฒนาอาจารย์

- สนับสนุนการฝึกอบรมเพิ่มเติมความรู้และทักษะทั้งในด้านการสอนและการวิจัย มีการนำผลการประเมินการสอนโดยนิสิต และจากการทวนสอบรายวิชามาพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอน
- มีการจัดการความรู้ในหัวข้อการส่งเสริมการขอตำแหน่งทางวิชาการให้กับอาจารย์
- มีการสนับสนุนให้เข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการต่างๆ สนับสนุนการร่วมมือในงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ และมีมาตรการสร้างขวัญกำลังใจให้กับอาจารย์ในภาคฯ เช่น รางวัลอาจารย์ดีเด่นด้านการเรียนการสอนและการวิจัย เป็นต้น โดยผ่านทางกลไกต่างๆ ซึ่งมีทุนสนับสนุนทั้งจากระดับภาควิชา คณะ และมหาวิทยาลัย

5. หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน

หลักสูตร

มีการออกแบบหลักสูตรให้มีเนื้อหาที่ทันสมัย สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ ข้อกำหนดการประกอบวิชาชีพของสภาวิศวกร แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่ประกาศใช้ และเทียบกับหลักสูตรระดับนานาชาติในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมีที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยชั้นนำในระดับภูมิภาคและระดับโลก

การเรียนการสอน

มีการวางระบบผู้สอนตามความเชี่ยวชาญและชำนาญ

- อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน ประชุมร่วมกันในการวางแผนจัดการเรียนการสอน ประเมินผลและให้ความเห็นชอบการประเมินผลทุกรายวิชาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมไว้สำหรับการปรับปรุงหลักสูตรตลอดจนปรึกษาหารือแนวทางที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร และได้บัณฑิตเป็นไปตามคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์

การประเมินผู้เรียน

- มีวิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่นการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมและการโต้ตอบของนิสิต การประชุมคณาจารย์ในภาควิชาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้และขอคำแนะนำ และการสอบถามจากนิสิตการประเมินโดยใช้แบบสอบถาม ที่ได้ข้อมูลจากนิสิตโดยตรงผ่านระบบประเมินการเรียนการสอนออนไลน์ เป็นต้น

- มีการประเมินหลักสูตรในภาพรวมโดยนิสิตชั้นปีสุดท้าย
- มีการประเมินโดยผู้ใช้บัณฑิตหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น ผู้ควบคุมดูแลนิสิตฝึกงาน

การดำเนินงานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ

- มีการประเมินผลการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน ที่ปรากฏในรายละเอียดของหลักสูตรโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและคณะกรรมการประเมินคุณภาพภายในระดับหลักสูตร

- มีการกำหนดคุณสมบัติเฉพาะ สำหรับตำแหน่งสายบุคลากรสนับสนุนให้เป็นที่ไปตามความต้องการของภาควิชาและต้องผ่านการคัดเลือกตามระเบียบของมหาวิทยาลัย มีการสนับสนุนให้ได้รับการเพิ่มทักษะความรู้เพื่อการปฏิบัติงานเป็นประจำทุกปีการศึกษา เช่น การฝึกอบรมการฝึกทำวิจัยร่วมกับอาจารย์ เป็นต้น

6. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

สิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนที่สำคัญของสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ คือเครื่องมืออุปกรณ์และห้องปฏิบัติการเพื่อรองรับการเรียนการสอนของสาขาวิชาเนื่องจากนิสิตต้องมีประสบการณ์ในการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในแต่ละสาขาวิชาเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการวิธีการใช้งานที่ถูกต้องและมีทักษะในการใช้งานจริงรวมทั้งการเข้าถึงแหล่งสารสนเทศทั้งห้องสมุดและอินเทอร์เน็ตและสื่อการสอนสำเร็จรูปเช่น คลิปวีดิทัศน์วิชาการ โปรแกรมการคำนวณ รวมถึงสื่อประกอบการสอนที่จัดเตรียมโดยผู้สอน ดังนั้นต้องมีทรัพยากรขั้นต่ำเพื่อจัดการเรียนการสอนดังนี้

1. มีห้องเรียนที่มีสื่อการสอนและอุปกรณ์ที่ทันสมัย เพื่อให้คณาจารย์สามารถปฏิบัติงานสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. มีห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย และซอฟต์แวร์ที่สอดคล้องกับสาขาวิชาที่เปิดสอนอย่างพอเพียงต่อการเรียนการสอน รวมถึงห้องปฏิบัติการสำหรับการทำโครงการ โดยมีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ

3. มีเจ้าหน้าที่สนับสนุนดูแลสื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกต้องตามกฎหมายที่พร้อมใช้สำหรับประกอบการสอน

4. มีห้องสมุดหรือแหล่งความรู้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนมีหนังสือ ตำรา และวารสารในสาขาวิชาที่เปิดสอนทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศที่เกี่ยวข้องในจำนวนที่เหมาะสม โดยจำนวนตำราที่เกี่ยวข้องต้องมีเพียงพอ

5. มีเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบการเรียนวิชาปฏิบัติการต่อจำนวนนิสิตในอัตราส่วนที่เหมาะสม

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรได้มีการวางแผนการจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ร่วมกับภาควิชาและคณะ โดยมีการจัดทำงบประมาณรายรับและงบประมาณรายจ่ายที่ชัดเจน มีการจัดสรรงบประมาณการใช้จ่ายในหมวดงบลงทุน งบดำเนินการ และเงินอุดหนุนทั่วไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับงบประมาณรายรับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพการสอนและการวิจัยตามวัตถุประสงค์และแผนงาน และมีระบบบัญชีที่เป็นปัจจุบันและตรวจสอบได้

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรได้มีการวางแผนการจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกับภาควิชา คณะ และมหาวิทยาลัย โดยจัดปัจจัยเกื้อหนุนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนิสิตอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพ เช่น

- มีการจัดทำเค้าโครงการสอนโดยกำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา สื่อ วิธีการและการประเมินผล
- มีตำราเอกสารประกอบการเรียนการสอน/เอกสารคำสอนครบถ้วน ถูกต้องทันสมัย เข้าใจง่าย

- จัดให้มีอาคารสถานที่ที่เอื้ออำนวยต่อการจัดการเรียนการสอนและการวิจัย ได้แก่ ห้องบรรยาย ห้องปฏิบัติการ ห้องประชุม/สัมมนา และห้องน้ำ อย่างเหมาะสมและพอเพียงพร้อมทั้งมีการบำรุงรักษาที่ดี
- จัดให้มีห้องสมุดที่มีตำรา หนังสือ สิ่งพิมพ์ วารสารทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ทรัพยากรสารสนเทศ และเอกสารอ้างอิงต่างๆ ที่ทันสมัยอย่างเพียงพอร่วมกับห้องสมุดคณะ และสำนักหอสมุด
- จัดให้มีห้องวิเคราะห์ที่เปิดบริการ 24 ชั่วโมงสำหรับบริการเครื่องมือทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้การทำงานวิจัยดำเนินไปได้อย่างรวดเร็ว
- จัดให้มีระบบ WI-FI และจุดเชื่อมต่อจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอรองรับต่อการเข้าใช้ได้อย่างทั่วถึง
- มีฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ในการศึกษาค้นคว้าในสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี โดยจัดหาร่วมกับห้องสมุดคณะและสำนักหอสมุด
- จัดให้มีคอมพิวเตอร์ สื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยและวัสดุอุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการสืบค้นที่ทันสมัยอย่างเพียงพอ พร้อมทั้งมีการบำรุงรักษาที่ดีร่วมกับคณะ
- จัดให้มีห้องพักนิสิตในภาควิชาๆ สำหรับการศึกษาด้วยตัวเองการประชุมของนิสิตด้วยตนเอง และเพื่อประโยชน์ในการสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- มีการประกาศข้อมูลเกี่ยวข้องกับทุนการศึกษาจากแหล่งทุนภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์และแหล่งทุนภายนอก และเป็นตัวกลางในการดำเนินการสมัครขอทุนช่วยการศึกษา

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรมีการประเมินความเพียงพอของทรัพยากรและประเมินความพึงพอใจต่อการจัดหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้สำหรับนิสิตและบุคลากรทุกระดับเป็นประจำทุกปีการศึกษาและนำผลการประเมินมาวางแผนการดำเนินงานในปีการศึกษาต่อไป

7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	ปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
(1) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการวางแผน ติดตามและทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓
(2) มีรายละเอียดของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติและมาตรฐานคุณวุฒิสาขา/สาขาวิศวกรรมศาสตร์	✓	✓	✓	✓	✓
(3) มีรายละเอียดของรายวิชาและรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4 อย่างน้อยก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาให้ครบทุกรายวิชา	✓	✓	✓	✓	✓
(4) จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชาและรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.5 และ มคอ.6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	✓	✓	✓	✓	✓
(5) จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.7 ภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
(6) มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ ที่กำหนดใน มคอ.3 และมคอ.4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
(7) มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือการประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานใน มคอ.7 ปีที่แล้ว ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำคณะให้ดำเนินการ	✓	✓	✓	✓	✓
(8) อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคน ได้รับการปฐมนิเทศ โดยเฉพาะเป้าประสงค์ของหลักสูตรหรือคำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	✓	✓	✓	✓	✓
(9) อาจารย์ประจำทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ที่สอนหรือเทคนิคการเรียนการสอนอย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง	✓	✓	✓	✓	✓
(10) บุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอนทุกคน ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ให้กับนิสิต (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ ภายใต้ความรับผิดชอบของส่วนงานต้นสังกัด และมีการนำผลไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน	✓	✓	✓	✓	✓
(11) ระดับความพึงพอใจของนิสิตปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพการบริหารหลักสูตรโดยรวม เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0	✓*	✓*	✓*	✓	✓
(12) ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0	✓*	✓*	✓*	✓*	✓

* เป็นการประเมินตัวชี้วัดต่อเนื่องจากหลักสูตรเล่มก่อนหน้า

หมวดที่ 8 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร

1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน

1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน

- 1) สังเกตพฤติกรรมและการโต้ตอบของนิสิต
- 2) มีการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้คำแนะนำเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน ในการประชุมหลายระดับ เช่น การประชุมกรรมการทวนสอบรายวิชา การประชุมอาจารย์ประจำหลักสูตร และ การประชุม คณาจารย์ในภาควิชา เป็นต้น
- 3) นิสิตประเมินการสอนของอาจารย์ในแต่ละรายวิชา ผ่านระบบการประเมินการสอนออนไลน์ 2 ครั้งในแต่ละภาคการศึกษา คือ ก่อนสอบกลางภาค และ ก่อนสอบปลายภาค อาจารย์ผู้สอนรับทราบและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงกลยุทธ์การสอน

1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน

- 1) นิสิตประเมินการสอนของอาจารย์ในทุกด้าน เช่น กลวิธีการสอน การตรงต่อเวลา การชี้แจงเป้าหมาย วัตถุประสงค์ของรายวิชา เกณฑ์การวัดและ ประเมินผล และการใช้สื่อการสอน
- 2) ประเมินโดยตัวอาจารย์เองและเพื่อนร่วมงาน

2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

- 2.1 ประเมินหลักสูตรในภาพรวมโดยนิสิตชั้นปีสุดท้าย
- 2.2 ประชุมผู้แทนนิสิตกับผู้แทนอาจารย์
- 2.3 ประเมินโดยที่ปรึกษาหรือผู้ทรงคุณวุฒิจากรายงานผลการดำเนินการหลักสูตร
- 2.4 ประเมินโดยผู้ใช้บัณฑิตหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่นๆ

3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

มีการประเมินผลการดำเนินงานตามตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ปรากฏในรายละเอียดของหลักสูตร โดยคณาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและคณะกรรมการประเมินคุณภาพภายในระดับภาควิชา

4. การทบทวนผลการประเมินวางแผนปรับปรุงหลักสูตร และแผนกลยุทธ์การสอน

- 1) นำข้อมูลจากการรายงานผลการดำเนินการรายวิชาเสนออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร
- 2) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรสรุปผลการดำเนินการประจำปีเสนอหัวหน้าภาควิชา
- 3) ประชุมอาจารย์ประจำหลักสูตรเพื่อพิจารณาทบทวนผลการดำเนินการหลักสูตร
- 4) ปรับปรุงรายวิชาการณที่พบปัญหาทันทีซึ่งเป็นการปรับปรุงย่อย สามารถทำได้ตลอดเวลา ส่วนการ

ปรับปรุงหลักสูตรทั้งฉบับ คาดว่าจะทำได้ทุก 5 ปี ทั้งนี้เพื่อให้หลักสูตรมีความทันสมัย และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตโดยคณะกรรมการภาควิชา อาจารย์ประจำหลักสูตร และ/หรือดำเนินการโดยอาจารย์ที่ได้แต่งตั้งในการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร

ภาคผนวก 3 หนังสือมอบอำนาจในการลงนามรับรอง/อนุมัติข้อมูล ในคำรับรองตนเอง (Self-Declaration)
ของสถาบันการศึกษา

ที่ อว ๖๕๐๑.๐๒๑๑/ ๕๔๗๕



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๕๐ ถนนงามวงศ์วาน จตุจักร
กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐

๙ มิถุนายน ๒๕๖๕

เรื่อง มอบอำนาจเพื่อดำเนินการขอรับรองข้อมูลแทน ในการคำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสถาบันการศึกษา
สำหรับการขอรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิปับัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

เรียน นายกสภาวิศวกร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. สำเนาบัตรประจำประชาชนผู้มอบอำนาจและผู้รับมอบอำนาจ

๒. สำเนาคำสั่งแต่งตั้งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๓. เอกสารประกอบการขอรับรองหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕

จำนวน ๑๑ สาขา

ด้วยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีการปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรม
ศาสตรบัณฑิต ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕ เพื่อใช้สำหรับนิสิตที่เข้าศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๕ ถึงปีการศึกษา ๒๕๖๙
รายละเอียดปรากฏตามสิ่งที่ส่งมาด้วยที่ ๓

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงขอมอบอำนาจให้รองศาสตราจารย์พีรยุทธ ชาญเศรษฐิกุล คณบดี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นผู้มีอำนาจรับรองข้อมูลแทน ในการยื่นเอกสารคำรับรองตนเอง (Self-Declaration)
ของสถาบันการศึกษา ใช้ประกอบกับการรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิปับัตรในการประกอบวิชาชีพ
วิศวกรรมควบคุม ตลอดจนดำเนินการอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับการขอรับรองดังกล่าว เพื่อยื่นต่อสภาวิศวกร ในนามของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จนเสร็จการ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา ให้ความอนุเคราะห์ต่อไปด้วยจักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจรงค์ วัชรินทร์รัตน์)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร ๐๒-๗๙๗-๐๙๙๙๙ ต่อ ๑๗๐๒-๐๕

โทรสาร ๐๒-๕๗๙-๔๕๕๒



บัตรประจำตัวประชาชน Thai National ID Card

เลขประจำตัวประชาชน Identification Number 3 3010 00777 85 7

ชื่อตัวและชื่อสกุล นาย จงรัก Wachrinrat



Name Mr. Chongrak

Last name Wachrinrat

เกิดวันที่ 27 ก.พ. 2512

Date of Birth 27 Feb. 1969

ศาสนา พุทธ

ที่อยู่ 2/1358 อ.ประเสริฐมุนีจิว แขวงเสนานิคม

เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

18 ก.พ. 2563

วันออกบัตร

18 Feb. 2020

Date of Issue

(นายจงรัก จงรัก)
เจ้าพนักงานออกบัตร

26 ก.พ. 2571

วันหมดอายุ

26 Feb. 2028

Date of Expiry



1201-02-02181345

สำเนาถูกต้อง

(นายจงรัก Wachrinrat)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนฉบับนี้มอบอำนาจให้รองศาสตราจารย์พิรุทธิ์ ขาญเศรษฐิกุล คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นผู้ที่มีอำนาจรับรองข้อมูลแทน ในการยื่นเอกสารคำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ของสถาบันการศึกษา สำหรับการขอ รับรองปริญญา ประกาศนียบัตร หรือวุฒิบัตรในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สำหรับผู้ที่เข้าศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา ๒๕๖๕ ถึงปีการศึกษา ๒๕๖๙ ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๕ จำนวน ๑๑ สาขา ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนดำเนินการอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับการขอรับรองดังกล่าว เพื่อยื่นต่อสภาวิศวกร ในนามของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จนแล้วเสร็จ

ตามหนังสือมอบอำนาจที่ อว ๖๕๐๑.๐๒๑๑/ ๕๕๗๕ ฉบับลงวันที่ ๗ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๕)

ประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี
เรื่อง แต่งตั้งอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามที่ได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมแต่งตั้ง นายวุฒิชัย กปิลกาญจน์ ให้ดำรงตำแหน่ง อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ต่อไปอีกวาระหนึ่ง ตั้งแต่วันที่ ๑๖ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔ ตามประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี ลงวันที่ ๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๔ นั้น เนื่องจาก นายวุฒิชัย กปิลกาญจน์ ได้ดำรงตำแหน่งมาครบกำหนดตามวาระแล้ว และที่ประชุมสภามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการประชุม วาระพิเศษ ครั้งที่ ๒/๒๕๖๒ (วาระลับ) เมื่อวันที่ ๓๐ กันยายน ๒๕๖๒ ได้มีมติเห็นชอบให้เสนอขอ พระราชทานโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมแต่งตั้ง นายจรงค์ วัชรินทร์รัตน์ ให้ดำรงตำแหน่ง อธิการบดี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แต่โดยที่ได้มีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับกระบวนการสรรหาอธิการบดีไม่เป็นไปตามกฎหมาย ซึ่งกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมได้พิจารณาข้อร้องเรียน ดังกล่าวแล้วเห็นว่า การดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งผู้สมควรดำรงตำแหน่งอธิการบดีมหาวิทยาลัยดังกล่าว เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของกฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จึงขอให้นำความกราบบังคมทูลพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมแต่งตั้งต่อไป และสำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรีได้นำความกราบบังคมทูลพระกรุณาขอพระราชทานโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมแต่งตั้งแล้ว

บัดนี้ ได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าโปรดกระหม่อมแต่งตั้งบุคคลดังกล่าว ให้ดำรงตำแหน่ง อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่วันที่ ๑๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ประกาศ ณ วันที่ ๑๓ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

ผู้รับสนองพระบรมราชโองการ
สมคิด จาตุศรีพิทักษ์
รองนายกรัฐมนตรี

สำเนาถูกต้อง



(นายจรงค์ วัชรินทร์รัตน์)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



สำนักงานกฎหมาย
รับที่..... 0 ๘๐ ๕
วันที่ ๒๕ พ.ค. ๒๕๖๕
เวลา ๑๕.๕๕

กองกลาง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รบก. 6822
วันที่ ๒๓ พ.ค. ๒๕๖๕
เวลา 16.30 น.

ส่วนงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ โทร.02-797-0966 สายใน 671137, 671166 K-ทว.วิศ.ป
ที่ อว 6501.10/๑51 วันที่ 20 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอนหนังสือมอบอำนาจในการลงนามรับรอง/อนุมัติข้อมูล ในคำรับรองตนเอง (Self-Declaration)
ของสถาบันการศึกษา

๑) เรียน อธิการบดี

ด้วยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้ปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2565
ที่ต้องขอรับรองปริญญาในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สำหรับผู้ที่เข้าศึกษาตามหลักสูตรปีการศึกษา
2565 ถึงปีการศึกษา 2569 แล้วเสร็จ จำนวน 11 สาขาวิชา ดังนี้


1. สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
2. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
3. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้ากำลัง)
4. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (งานไฟฟ้าสื่อสาร)
5. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
6. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
7. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (นานาชาติ)
8. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา-ทรัพยากรน้ำ
9. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
10. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต
11. สาขาวิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ

ในการขอรับรองปริญญานั้น สภาวิศวกรกำหนดให้อธิการบดีหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายเป็นผู้ลงนาม
รับรอง/อนุมัติข้อมูลในคำรับรองตนเอง (Self-Declaration) ดังระบุในแบบคำรับรองตนเอง ส่วนที่ 1 ข้อที่ 9
ดังนั้นเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความคล่องตัว คณะจึงใคร่ขอนหนังสือมอบอำนาจให้
รองศาสตราจารย์ ดร.พีรยุทธ ชาญเศรษฐิกุล คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นผู้รับรองข้อมูลแทนและดำเนินการ
ขอรับรองปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาดังกล่าวข้างต้นต่อสภาวิศวกรจนแล้วเสร็จ


จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

๒) เรียน รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
เพื่อโปรดพิจารณา เนื่องจากเป็น
หนังสือมอบอำนาจ จึงเห็นควรเสนอ
สำนักงานกฎหมายพิจารณา

สิริ
๒๓ พ.ค. ๒๕๖๕


(รองศาสตราจารย์ ดร.พีรยุทธ ชาญเศรษฐิกุล)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

๓) เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
เพื่อโปรดพิจารณาต่อไป


(รองศาสตราจารย์ลดาวัลย์ พวงจิตร)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
๒๕ พ.ค. ๒๕๖๕

ภาคผนวก 4 แผนการสอน (มคอ.3) (เฉพาะวิชาที่ขอเทียบองค์ความรู้)

- 01202211 หลักการและการคำนวณพื้นฐานทางวิศวกรรมเคมี

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	แนะนำรายวิชา และความรู้เบื้องต้นทาง วิศวกรรมเคมี	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
2.	กระบวนการและตัวแปรกระบวนการ	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
3.	การจำแนกกระบวนการ สมดุล และการ คำนวณสมดุลมวลสาร	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
4.	การทำสมดุลมวลสารสำหรับ กระบวนการที่มีหลายหน่วย และการ หมุนเวียนสารและการปล่อยสารแบบ อ้อม	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
5.	มวลสารสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี สมดุล มวลสารของระบบที่มีปฏิกิริยา	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
6.	ปฏิกิริยาการเผาไหม้	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
7.	กฎของก๊าซ การประยุกต์ใช้กฎของก๊าซ สำหรับการทำสมดุลมวลสาร	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
8.	ระบบวัฏภาคเดียว และระบบหลายวัฏ ภาค	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
9.	รูปแบบของพลังงาน: กฎข้อที่หนึ่งของ เทอร์โมไดนามิกส์ พลังงานจลน์และ พลังงานศักย์ และสมดุลพลังงานของ ระบบปิด	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
10.	สมดุลพลังงานของระบบเปิดที่สภาวะคง ตัว ตารางข้อมูลเทอร์โมไดนามิกส์ และ ขั้นตอนการทำสมดุลพลังงาน	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
11.	พื้นฐานของการคำนวณสมดุลพลังงาน และการเปลี่ยนแปลงความดันที่อุณหภูมิ คงที่	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
12.	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการ เปลี่ยนวัฏภาค	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัชพล เจียรสำราญ
13.	ความร้อนของปฏิกิริยา การวัดและการ คำนวณค่าความร้อนของปฏิกิริยา: กฎ ของเฮส และปฏิกิริยาการก่อเกิดและ ความร้อนของการก่อเกิด	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัชพล เจียรสำราญ
14.	ความร้อนของการเผาไหม้ และสมดุล พลังงานของกระบวนการที่มีปฏิกิริยา	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัชพล เจียรสำราญ
15.	ทบทวน	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. ณัชพล เจียรสำราญ

- 01202212 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย I

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	Chapter 1 Introduction	3.0	0.0	ใช้แบบจำลอง เกม ในการสอน	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
2.	Chapter 2 Fluid statics and its application	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
3.	Chapter 3 Fluid flow phenomena	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
4.	Chapter 4 Basic equations of fluid flow	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
5.	Chapter 4 Basic equations of fluid flow (continue)	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
6.	Chapter 5 Incompressible flow in pipes and channels	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
7.	Chapter 5 Incompressible flow in pipes and channels (continue)	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา
8.	Chapter 7 Flow past immersed bodies	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
9.	Chapter 7 Flow past immersed bodies (continue)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา
10.	Chapter 8 Transportation and metering of fluids	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา
11.	Chapter 8 Transportation and metering of fluids (continue)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา
12.	Chapter 9 Agitation and mixing of liquids	3.0	0.0	ให้นิสิตนำเสนอผลงาน	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา
13.	Chapter 9 Agitation and mixing of liquids (continue)	3.0	0.0	ให้นิสิตนำเสนอผลงาน	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา
14.	Chapter 28 Properties and handling of particulate solids	3.0	0.0	ให้นิสิตนำเสนอผลงาน	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา
15.	Chapter 29 Mechanical separations	3.0	0.0	ให้นิสิตนำเสนอผลงาน	รศ.ดร. ปวีณา ประไพยัญญา

- 01202215 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี I

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	Introduction	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
2.	First Law of Thermodynamics and Basic Concepts	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
3.	First Law of Thermodynamics and Basic Concepts	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
4.	Volumetric Properties of Pure Fluids	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
5.	Volumetric Properties of Pure Fluids	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
6.	Heat Effects	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
7.	Heat Effects	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
8.	Second Law of Thermodynamics	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
9.	Second Law of Thermodynamics	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
10.	Thermodynamic Properties of Fluids	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
11.	Thermodynamic Properties of Fluids	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
12.	Application to Flow Processes	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
13.	Application to Flow Processes	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร
14.	Production of Power from Heat	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
15.	Refrigeration and Liquefaction	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร

- 01202216 ปรากฏการณ์การถ่ายโอน

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	- นิยามของปรากฏการณ์ถ่ายโอน - สมบัติของไหล	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
2.	ของไหลสถิต	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
3.	การอนุรักษ์มวล	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
4.	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน พิจารณาโดยใช้ปริมาตรควบคุม	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
5.	การอนุรักษ์พลังงาน พิจารณาโดยใช้ ปริมาตรควบคุม	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
6.	- ความเค้นเฉือนในการไหลแบบราบเรียบ - การวิเคราะห์หน่วยของไหลเชิงอนุพันธ์ ในการไหลแบบราบเรียบ	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
7.	สมการเชิงอนุพันธ์ของการไหล	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
8.	สอบกลางภาค	3.0	0.0	สอบข้อเขียน	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
9.	- ความรู้พื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน - สมการเชิงอนุพันธ์ทั่วไปสำหรับการถ่ายเทความร้อน	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
10.	- สมการเชิงอนุพันธ์สำหรับเงื่อนไขเฉพาะ - การนำความร้อนภายใต้สภาวะคงตัว	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
11.	- การนำความร้อนภายใต้สภาวะไม่คงตัว - การพาความร้อน	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
12.	การถ่ายเทมวลโดยการแพร่และการพา มวล	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
13.	- สมการการถ่ายเทมวลเชิงอนุพันธ์ - การแพร่เชิงโมเลกุลในสภาวะคงตัว	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
14.	แบบจำลองปรากฏการณ์ถ่ายโอนใน สถานการณ์ต่างๆ	3.0	0.0	การนำเสนอหน้าชั้นเรียน	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย
15.	สอบปลายภาค	3.0	0.0	สอบข้อเขียน	รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย

- 01202311 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย II

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	Introduction to Heat Transfer (HT)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิษฐ์ ณะพิมพ์เมธา
2.	Conduction heat transfer	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิษฐ์ ณะพิมพ์เมธา

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
3.	Conduction through solids in series	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
4.	Steady-state conduction and shape factor	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
5.	Forced convection heat transfer inside pipes	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
6.	Heat transfer outside various	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
7.	Geometries in forced convection	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
8.	Natural convection heat transfer, Introduction to radiation heat transfer, Advanced radiation heat transfer principles	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
9.	Derivation of basic Equation, Unsteady-state heat conduction in various geometries	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
10.	Heat Exchangers	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
11.	Evaporation Unit	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา
12.	Equilibrium-Stage Operations	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ณะพิมพ์เมธา

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
13.	Distillation Unit	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ชนะพิมพ์เมธา
14.	Distillation with Reflux	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ชนะพิมพ์เมธา
15.	Special Distillation	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร.อนุสิทธิ์ ชนะพิมพ์เมธา

- 01202312 การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย III

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	แนะนำรายวิชา / การถ่ายเทมวล	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
2.	การถ่ายเทมวล	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
3.	การถ่ายเทมวล	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
4.	การดูดซึม	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
5.	การดูดซึม	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
6.	การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความชื้น	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์

ลำดับ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
7.	การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความชื้น/ การกลั่นสารผสมหลายชนิด	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
8.	การกลั่นสารผสมหลายชนิด	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
9.	การกลั่นสารผสมหลายชนิด	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
10.	การสกัด	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
11.	การสกัด	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
12.	การอบแห้ง	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
13.	การอบแห้ง	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
14.	การดูดซับ	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ธงไทย วิฑูรย์
15.	การดูดซับ	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. นาย ธง ไทย วิฑูรย์

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	แนะนำรายวิชา	0.0	3.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	1. ศ.ดร. เพ็ญ จิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถ ศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
2.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I), se	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญ จิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถ ศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
3.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
4.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
5.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation,	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
	Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)				2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมนุ่น 7. อ.ดร. ณิชพล เจียรสำราญ
6.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมนุ่น 7. อ.ดร. ณิชพล เจียรสำราญ
7.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe,	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
	Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)				3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
8.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
9.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
					3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
10.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
11.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
					3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
12.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
13.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
					3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
14.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล 3. รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมน้ย 7. อ.ดร. ณัฏพล เจียรสำราญ
15.	Reynolds number, Ball Mill and Sieve, Filter Press, Sedimentation, Friction Loss in Pipe (Part I), Efflux Time for Tank with Exit Pipe, Boiling and Condensation Heat Transfer, Distillation (part I)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ศ.ดร. เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ 2. รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
					3. รศ.ดร. ชนินทร์ ปัญจพร ผล 4. ศ.ดร. อรรถ ศักดิ์ จารีย์ 5. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 6. รศ.ดร. ชลิดา เนียมนัย 7. อ.ดร. ณิชพล เจียรสำราญ

- 01202316 อุณหพลศาสตร์วิศวกรรมเคมี II

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	บทที่ 11 Solution Thermodynamics: Theory	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
2.	บทที่ 11 Solution Thermodynamics: Theory (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
3.	บทที่ 12 Solution Thermodynamics: Applications	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
4.	บทที่ 12 Solution Thermodynamics: Applications (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
5.	บทที่ 12 Solution Thermodynamics: Applications (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
6.	บทที่ 10 VLE: Introduction /quiz	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
7.	บทที่ 10 VLE: Introduction (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
8.	บทที่ 10 VLE: Introduction (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
9.	บทที่ 14 Topics in Phase Equilibria	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
10.	บทที่ 14 Topics in Phase Equilibria (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
11.	บทที่ 13 Chemical Reaction Equilibria	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
12.	บทที่ 13 Chemical Reaction Equilibria (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
13.	บทที่ 13 Chemical Reaction Equilibria (ต่อ)/ quiz	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
14.	บทที่ 15 Thermodynamic Analysis of Processes	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล
15.	บทที่ 15 Thermodynamic Analysis of Processes (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์ และทำ แบบฝึกหัดในห้อง	รศ.ดร. มานพ เจริญไชยตระกูล

ลำดับ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	Mathematical Formulation of Chemical Engineering Problems	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
2.	Nonlinear Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
3.	Nonlinear Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
4.	A System of Linear Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
5.	A System of Linear Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
6.	Curve Fitting and Interpolation	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
7.	Curve Fitting and Interpolation	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
8.	Numerical Differentiation and Integration	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
9.	Numerical Differentiation and Integration	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
10.	Ordinary Differential Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
11.	Ordinary Differential Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
12.	Partial Differential Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
13.	Partial Differential Equations	3.0	0.0	บรรยายด้วย กระดานดำ	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
14.	Computer programs for solving mathematical problems	3.0	0.0	การสาธิต	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
15.	Computer programs for solving mathematical problems	3.0	0.0	การสาธิต	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์

- 01202361 เทคโนโลยีสีเขียวสำหรับวิศวกรเคมี

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการ สอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	แนะนำวิชา วิธีการสอน และการ ประเมินผล	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
2.	มลพิษอากาศ	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
3.	การควบคุมและป้องกันมลพิษทาง อากาศ	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
4.	การควบคุมและป้องกันมลพิษทาง อากาศ	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
5.	Particulate Air Pollution and Selected Measurement Methods	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
6.	Particulate Air Pollution and Selected Measurement Methods	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
7.	เทคโนโลยีสะอาด/กรณีศึกษา	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
8.	มลพิษเสียง/มลพิษน้ำ& Sea Pollution	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
9.	สอบกลางภาค	3.0	0.0	การสอบย่อย	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
10.	มลพิษจากขยะและของเสีย อันตราย	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดย ใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร.

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
					วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
11.	การกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
12.	Green Chemical Engineering Department	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
13.	กรณีศึกษาการอนุรักษ์พลังงานและเทคโนโลยีสะอาด	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์และฝึกปฏิบัติ	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
14.	Presentation	3.0	0.0	ให้นิสิตนำเสนอผลงาน	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์
15.	การสอบปลายภาค	3.0	0.0	การสอบย่อย	ผศ.ดร. วิกานดา วรার্থ บัณฑิตบูรวิทย์

- 01202362 วิศวกรรมความปลอดภัยและการประเมินความเสี่ยง

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	บทที่ ๑ Introduction: Safety, Risk Analysis	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
2.	บทที่ ๒ Toxicology	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
3.	บทที่ ๒ Toxicology (ต่อ), Industrial Hygiene	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
4.	บทที่ ๓ Industrial Hygiene (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
5.	บทที่ ๔ Source Models	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
6.	บทที่ ๔ Source Models (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
7.	บทที่ ๕ Toxic Release & Dispersion Model	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
8.	บทที่ ๕ Toxic Release & Dispersion Model and Risk Management model	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
9.	บทที่ ๖ Fire and Explosions	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
10.	บทที่ ๖ Fire and Explosions (ต่อ)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
11.	บทที่ ๗ Design to Prevent Fire & Explosion	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
12.	บทที่ ๘ Intro. to Relief	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
13.	บทที่ ๑๐ Hazard Identification	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
14.	บทที่ ๑๑ Risk Assessment (Fault Tree)	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์
15.	บทที่ ๑๒-๑๓ Accident Investigations, Risk Management, Green Process Engineering in Safety Aspect, Case Histories	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. นันทิยา หาญศุภลักษณ์

- 01202341 วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมี

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	Overview of Chemical Reaction Engineering	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
2.	Kinetics of Homogeneous Reactions	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
3.	Kinetics of Homogeneous Reactions	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
4.	Interpretation of Batch Reactor Data	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
5.	Interpretation of Batch Reactor Data	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
6.	Interpretation of Batch Reactor Data	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
7.	Introduction to Reactor Design	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย
8.	Ideal Reactors for a Single Reaction	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช
9.	Ideal Reactors for a Single Reaction	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช
10.	Ideal Reactors for a Single Reaction	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
11.	Design for a Single Reaction	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช
12.	Design for Parallel Reactions	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช
13.	Introduction to Catalysis and Catalytic Reactions	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช
14.	Introduction to Catalysis and Catalytic Reactions	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช
15.	Introduction to Catalysis and Catalytic Reactions	3.0	0.0	ฝึกปฏิบัติ	ศ.ดร. เมตตา เจริญพานิช

- 01202411 ปฏิบัติการวิศวกรรมเคมี II

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	แนะนำข้อปฏิบัติ	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมน้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัชพล เจริญสำราญ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
2.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยณนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყย 6. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ฐงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัฏพล เจียรสำราญ
3.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยณนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყย 6. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ฐงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
					8. ดร.ณัฏพล เจียรสํารามู
4.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพนัยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัฏพล เจียรสํารามู
5.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพนัยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด

ลำดับ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
					7. ศ.ดร. ชงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัซพล เจียรสำราญ
6.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყย 6. ผศ.ดร. เมธิ สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ชงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัซพล เจียรสำราญ
7.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყย

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
					6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัชนพล เจียรสำราญ
8.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ์ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัชนพล เจียรสำราญ
9.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยนา

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
					5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัชพล เจียรสำราญ
10.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყนยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัชพล เจียรสำราญ
11.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
					4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัฏพล เจียรสำราญ
12.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาฉุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყญา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัฏพล เจียรสำราญ
13.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption,	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
	Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)				3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყนัยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყนั้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหฤด 7. ศ.ดร. ฅงไชย โรหิตะดดิษฐุ ศรี นพคฤณ 8. ดร.ณั้ชพล เจียรสำรารณู
14.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานดิส สฤดสาคกร 2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყนัยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมწყนั้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหฤด 7. ศ.ดร. ฅงไชย โรหิตะดดิษฐุ ศรี นพคฤณ 8. ดร.ณั้ชพล เจียรสำรารณู
15.	Heat Exchanger, Liquid-Liquid Extraction Analysis, Single Effect	0.0	3.0	เรียนปฏิบัติ	1. ผศ.ดร. กานดิส สฤดสาคกร

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
	Evaporation, Gas Absorption, Batch Tray Drying, Cooling Tower, Process Control, Distillation (II)				2. ผศ.ดร. วลีพร ดอนไพโร 3. ศ.ดร. ไพศาล คงคาอุยฉาย 4. รศ.ดร. ปวีณา ประไพწყยนา 5. รศ.ดร. ชลิตา เนียมนุ้ย 6. ผศ.ดร. เมธี สายศรีหยุด 7. ศ.ดร. ธงไชย โรหิตะดิษฐ ศรี นพคุณ 8. ดร.ณัชนพล เจียรสำราญ

- 01202413 การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	Course introduction, design project and design report	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
2.	Overview of plant design concepts	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
3.	Overview of plant design concepts	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
4.	General design considerations	3.0	0.0	บรรยายและ อภิปรายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
5.	General design considerations	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
6.	General design considerations	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
7.	Process design development	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
8.	Equipment selection and design	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
9.	Equipment selection and design	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
10.	Introduction to process integration	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
11.	Energy target	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
12.	Energy target	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
13.	Energy target	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล
14.	Cost target and process changes	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
15.	Design of heat exchanger network	3.0	0.0	บรรยายและอภิปรายโดยใช้สไลด์	รศ.ดร. สิริพล อนันตวรสกุล

- 01202414 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเคมี

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	Introduction to Equipment Design	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
2.	Design Consideration	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
3.	Material Selection	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
4.	Hydraulic Calculation: Pump & Pipe	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
5.	Hydraulic Calculation: Pump & Pipe	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
6.	Hydraulic Calculation: Pump & Pipe	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
7.	Heat exchanger	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง
8.	Heat exchanger	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิศา ลิ่มแหลมทอง

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
9.	Storage Tank	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
10.	Pressure Vessel	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
11.	PSV Design	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
12.	Air Compressor	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
13.	Cooling Water	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
14.	Wastewater Treatment	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
15.	Functional Safety Fundamentals	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง
16.	Project Management	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	อ.ดร. พรรณ ทิตา ลิ่มแหลม ทอง

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	- Introduction to process control - Theoretical models of chemical process	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
2.	Theoretical models of chemical process	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
3.	Laplace transform	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
4.	Transfer function and state-space model	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
5.	Dynamic behavior of 1st and 2nd order process	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
6.	Dynamics response characteristics of more complicated processes	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
7.	Dynamics response characteristics of more complicated processes	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
8.	Feedback controller	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
9.	Feedback controller	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
10.	Dynamic behavior and stability of closed-loop control system and Simulink	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
11.	Dynamic behavior and stability of closed-loop control system and Simulink	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
12.	PID controller design and tuning	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
13.	Topic in process control 1	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล
14.	Topic in process control 1	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
15.	Topic in process control 2	3.0	0.0	บรรยายโดยใช้ สไลด์	รศ.ดร. ชรินทร์ ปัญจพรผล

- 01202431 เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาทางวิศวกรรมเคมี

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการ สอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	Introduction	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
2.	Cost Estimation 1	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
3.	Cost Estimation 2	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
4.	Cost Estimation 3	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
5.	Cost Estimation 4	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
6.	Interest and Investment Cost 1	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
7.	Interest and Investment Cost 2	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
8.	Tax & Insurance	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
9.	Depreciation	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
10.	Midterm Exam	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
11.	Profitability and Alternative Investments 1	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
12.	Profitability and Alternative Investments 2	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
13.	Profitability and Alternative Investments 3	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
14.	Inflation 1	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
15.	Inflation 2	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
16.	Sensitivity Analysis 1	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
17.	Sensitivity Analysis 2	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร
18.	Final Exam	3.0	0.0	บรรยายและอภิปราย โดยใช้สไลด์	ผศ.ดร. กานติส สุดสาคร

- 01202495 โครงการวิศวกรรมเคมี I

ลำดับที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อที่ใช้	ผู้สอน
1.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	1.5	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
2.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	1.5	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
3.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
4.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
5.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
6.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
7.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
8.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
9.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
10.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
11.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
12.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
13.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
14.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
15.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
16.	นิสิตเข้าทำงานตามกลุ่มอาจารย์ที่ ปรึกษาและหัวข้อตามที่ตนเลือก	0.0	3.0	ทดลอง	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ

- 01202499 โครงการนวัตกรรมเคมี II

สัปดาห์ ที่	หัวข้อรายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี	จำนวน ชั่วโมง ปฏิบัติ	กิจกรรมการเรียน การสอนและสื่อที่ ใช้	ผู้สอน
1.	นิสิตทำงานวิจัยในกลุ่มวิจัย ตามที่ตน เลือกหัวข้อและอาจารย์ที่ปรึกษา	0.0	9.0	การดำเนินการวิจัย	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
2.	นิสิตทำงานวิจัยในกลุ่มวิจัย ตามที่ตน เลือกหัวข้อและอาจารย์ที่ปรึกษา	0.0	9.0	การดำเนินการวิจัย	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
3.	นิสิตทำงานวิจัยในกลุ่มวิจัย ตามที่ตน เลือกหัวข้อและอาจารย์ที่ปรึกษา	0.0	9.0	การดำเนินการวิจัย	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ
4.	นิสิตทำงานวิจัยในกลุ่มวิจัย ตามที่ตน เลือกหัวข้อและอาจารย์ที่ปรึกษา	0.0	9.0	การดำเนินการวิจัย	อาจารย์ทุกท่าน ในภาควิชาฯ

ภาคผนวก 5 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน



**CHEMICAL ENGINEERING UNIT
OPERATION LABORATORY I**



DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KASETSART UNIVERSITY

(Revision 2021)

สารบัญ

หน้า

ตัวอย่างปกรายงาน	2
สิ่งควรรู้เกี่ยวกับการเรียนและการทำงานปฏิบัติการ (Laboratory Manual)	3
ข้อเสนอแนะ และสิ่งควรแก้ไขสำหรับการเรียนปฏิบัติการ (COMMENTS ON STUDENT PERFORMANCE)	7
ตัวอย่างในการเขียนบทคัดย่อ	9
หลักเกณฑ์ในการเขียนสรุป	9
เกณฑ์และการให้คะแนนวิชาปฏิบัติการทางวิศวกรรมเคมี Unit I.....	11
Experiment 1: Reynolds' Number	14
Experiment 2: Ball Mill and Sieve Analysis	19
Experiment 3: Filtration: Filter Press	28
Experiment 4: Sedimentation	35
Experiment 5: Friction Loss in Pipe	40
Experiment 6: Heat Exchanger Unit.....	47
Experiment 7: Boiling and Condensation Heat Transfer.....	73
Experiment 8: Bubble Tray and Fixed Bed Distillation	85



คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงาน เรื่อง

วิชา รหัสวิชา

ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

ชั้นปีที่ กลุ่มที่ ทำการทดลองวันที่

ผู้ร่วมทำการทดลอง

1. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

2. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

3. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

4. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

5. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

6. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

7. ชื่อ-สกุล รหัสประจำตัว

อาจารย์ผู้ควบคุม

(สำหรับอาจารย์) รับรายงานวันที่



Chemical Engineering Unit Operations

Laboratory Manual

PURPOSE

The objectives of this laboratory course are as follows:

- (1) To introduce students to typical and modern methods of data acquisition;
- (2) To provide an opportunity for students to verify previously established experimental correlations and theories in Chemical Engineering;
- (3) To give students training in the written reporting of technical material;
- (4) To impress students with the importance of working with people (fellow students and faculty) in a spirit of friendly cooperation and in a professional manner.

PROCEDURE

Each student is responsible for all facets of every report requested. Consultation and discussion within or between groups is not to be discouraged, however.

The format of a technical report usually assumes a fairly standard style since the objective of the report is to present in a logical and organized form the results of a scientific or engineering study. It should be designed to fulfill this objective in the most efficient manner and to serve as reference in the future.

Reports written by students, as compared with those written by practicing engineers, have some differences in objectives. While the practicing engineer only wishes to convey ideas or information, the principal objective of the student is to set training in report writing (and to pass the course). Thus, it is obvious that the value to the student lies in the preparation of the report, in the discipline, thought and reasoning which give into the organization and presentation of the written material. They are not written for the edification of the faculty (except to measure the ability of students). The value to the student lies in the preparation of the report, in the discipline and learning which derives from the process of writing the report.

REQUIREMENTS

1) Attendance

Every student is expected to attend all of the regularly scheduled laboratory periods pertaining to the experiments. Should a group member be absent for valid, verifiable reasons (illness, death of an immediate family member, etc.), he will be allowed to do a make-up work by joining group or by submit a report based on the information gathered by his group (subject to the instructor's permission).

2) Reports

Every student will submit individually written project reports describing the result of the experiments. Each report will be due at the beginning of the next regularly scheduled laboratory period, approximately one week after the experimental work has been performed.

Late reports will be accepted with no penalty if the student has a valid excuse (usually medical). Otherwise, late reports will incur a ten (10) point penalty for each week that they are late.

Experiment reports which are submitted on schedule but score less than sixty (60) points, out of one hundred (100) points total, will be rejected and must be resubmitted prior to the end of the term. Scores on resubmitted reports will be averaged with the initial score. The average score must reach sixty points in order for the student to avoid additional resubmission. Resubmitted reports will carry the same late penalty as to original submission.

All reports must be received no later than 5:00 p.m. on the last day of regularly scheduled classes in order for you to receive credit for the course. No incomplete grades will be given except under truly unusual circumstances.

3) Experiment Supervision

Each student will take turn to be a supervisor for every experiment except the first week of each experiment. Such student will explain and instruct his/her group both theoretical and practical aspects.

4) Scoring

The final grade for the course will be based on the report and the performance of the supervisor.

5) Safety

All students are expected to understand any hazards associated with their particular experiments prior to beginning them. Since safety considerations are also part of the required report, it is strongly suggested that the student investigate them as part of his initial preparation for the laboratory. Unsafe practices on the part of any group or individual in this laboratory cannot be tolerated and may result in immediate dismissal. The following safety precautions will be exercised by all students:

(1) There will be no smoking, eating, or drinking in the laboratory area. If you feel the urge to indulge in any of these activities, leave the laboratory area prior to doing so.

(2) Safety glasses with clear plastic or hardened glass lenses will be worn by all participants, if necessary. Sun glasses are prohibited. Side shields are desirable but not mandatory.

(3) To avoid burns due to accidental splashing of hazardous chemicals, skin should be covered as much as possible. Long pants and/or aprons must be worn by all participants, and closed-toe footwear is required. Open-toe sandals should not be worn in the laboratory.

(4) Loose items of apparel should be avoided when you are working around moving machinery. Neckties, dangling jewelry, and long, loose hair should not be worn. Hair that is longer than shoulder length should be gathered into a protective net or otherwise confined when the student is working in the laboratory.

(5) Each student shall know the positions and operation of fire extinguishers, safety showers, and eye fountains. Should it become necessary to use any of these devices, please notify your instructor afterwards so that they may be properly recharged where necessary.

(6) Hoods should be used where possible for transferring volatile and toxic chemicals.

(7) Good housekeeping procedures are essential in the laboratory. Particularly, accidental spills of water and chemical solvents should be wiped up immediately and disposed of properly. Doing this will prevent poor footing and minimize the possibility of fire and toxic inhalation.

(8) Spilled mercury should be registered as completely as possible and disposed of properly. Your instructor should be immediately notified in event of a mercury spill.

(9) Be wary of possible electrical hazards. All electrical devices should be properly grounded. Frayed or otherwise hazardous electrical cords should be reported and replaced or repaired. Flammable solvents should be kept away from electrical equipment.

(10) Portable radios are prohibited because they are distracting and therefore hazardous.

(11) Students shall conduct themselves safely and responsibly.

REPORT SPECIFICATION

Format for Technical Reports

- Title page (omitted in this report)
- Abstract
- Introduction (omitted in this report)
- Experimental apparatus, material and procedure (omitted in this report)
- Results and Discussion
 - Results
 - Analysis of results
 - Discussion of errors
- Conclusion
- Recommendation
- Appendix
 - Raw data
 - Sample of calculation
 - Answer to questions (if any)
 - Safety consideration
 - Bibliography or Reference
 - Data record sheet

CHEMICAL ENGINEERING LAB

COMMENTS ON STUDENT PERFORMANCE

- ❑ SUPERVISOR เป็นผู้นำกลุ่ม รับผิดชอบในการแนะนำ ทั้งทฤษฎี การปฏิบัติการ และการเขียนรายงาน ตลอดจนการแต่งกาย กิริยาและมารยาทของกลุ่ม ขอให้อยู่ดูแลการปฏิบัติการตลอดเวลาจนแล้วเสร็จ บางครั้ง บางคนหลบไปนั่งเขียนรายงาน หรือทำงานอื่น การกระทำเช่นนี้ไม่ถูกต้อง
- ❑ การใช้เสื้อซ้อปให้ใส่กระดุมทุกเม็ดเปิดเฉพาะกระดุมคอเท่านั้น การแต่งกายให้รัดกุมเป็นเรื่องของความปลอดภัย สำหรับเสื้อซ้อปแบบอกติดกระดุมทำให้ใส่เสื้อตัวในสีขาว ห้ามใส่เสื้อลาย
- ❑ การออกแบบตารางเก็บข้อมูลมีความสำคัญ ต้องเตรียมตัวมาก่อนว่าจะต้องบันทึกค่าอะไรบ้าง จะได้ไม่ลืม และเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน การบันทึกข้อมูลควรจะทำให้เรียบร้อยทันทีในครั้งแรก การจดลงกระดาษคร่าๆ แล้วลอกลงตารางให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่งเป็นวิธีที่ไม่ดี ไม่น่าเชื่อถือ ไม่เป็นข้อมูลต้นฉบับ การบันทึกให้ระบุชื่อผู้ทำการทดลองด้วย แล้วเสนออาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ลงนามกำกับไว้หลังจากทดลองเสร็จแล้ว
- ❑ การนำเสนอและจัดการข้อมูลและผลควรแสดงทั้งเป็นจุดและเป็นเส้น นั่นคือแสดงเป็นตารางตัวเลขและแสดงเป็นกราฟด้วยในตัวเนื้อหา รายงาน การเปรียบเทียบที่แสดงเป็นกราฟ จะเข้าใจการเปลี่ยนแปลงง่ายกว่าตารางมาก และหากสามารถนำข้อมูลหลายกรณีมาเขียนลงกราฟรูปเดียวกันได้ก็จะช่วยให้เปรียบเทียบได้ชัดเจนมากขึ้น ที่ผ่านมามีไม่ได้เขียนกราฟ หรือเขียนกราฟรูปละหนึ่งเส้น ซึ่งตารางนั้นจะใส่เนื้อหา รายงานเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น มิฉะนั้นให้ใส่ไว้ในภาคผนวก
- ❑ การวิเคราะห์ผลการทดลอง ขอให้ดูผลการทดลองของตนด้วย ต้องสอดคล้องกัน บางคนไปลอกการวิเคราะห์ของกรณีอื่นมา เป็นคนละเรื่องกับผลการทดลองของตนก็มี หากมีความเห็นแย้งกับผลการทดลอง ควรจะมีเหตุผลที่หนักแน่นอธิบายมาด้วย
- ❑ การตอบคำถามขอให้ค้นคว้าให้เข้าใจ บางคำถามจะสัมพันธ์โดยตรงกับผลการทดลอง ในกรณีเช่นนี้ขอให้คำตอบสอดคล้องกับผลการทดลอง หากจะแย้งกันควรจะมีเหตุผลที่หนักแน่นอธิบายมาด้วย ที่ผ่านมาเข้าใจว่าจะดูจากรายงานรุ่นก่อนๆ คำถามเปลี่ยนไปแล้วก็ยังคงตอบคำถามเก่ามา
- ❑ การระบุว่า มี error สารพัดชนิด มักจะระบุกันมามากมาย การระบุสารพัดชนิดนั้นเป็นกำปั้นทุบดิน ไม่มีน้ำหนัก ประเด็นสำคัญอยู่ที่ขนาดของ error แต่ละตัว มีมากหรือน้อย มีมากจนมีน้ำหนักพอเพียงที่จะกระทบต่อผลการทดลองหรือไม่
- ❑ เมื่อผลการทดลองไม่สอดคล้องกับทฤษฎี ควรจะต้องมีการปรับปรุงการทดลองใหม่คือควบคุมให้ได้ผลสอดคล้องกับทฤษฎี หรือควรจะต้องปรับปรุงทฤษฎีเสียใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ การจะเสนอให้ทำอย่างใดดีขอให้พิจารณาจากการนำผลการทดลองไปใช้เป็นหลัก
- ❑ รายงานให้ใส่ปกของคณะฯ มีชื่อผู้ทำการทดลอง ชื่อเรื่อง วันที่ทำการทดลอง และชื่ออาจารย์ผู้สอน สำหรับเนื้อหา รายงานให้มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- Title page (omitted in this report)
- Table of contents (omitted in this report)
- Abstract
- Introduction (omitted in this report)
- Theory (omitted in this report)
- Experimental apparatus, material and procedure (omitted in this report)
- Results and Discussion
 - Results
 - Analysis of results
 - Discussion of error (if any)
- Conclusion
- Recommendation (if any)
- Appendix
 - Raw data
 - Sample of calculations
 - Safety considerations (if any)
 - Answer to questions (if any)
 - Bibliography or Reference
 - Original data record sheet (or photocopy)

- ☐ บทคัดย่อ (abstract) เป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุดอันหนึ่งเพราะจะเป็นส่วนที่มีผู้อ่านหรืออ้างอิงมากที่สุด abstract จะครอบคลุมเนื้อเรื่องของรายงาน แนะนำผู้อ่านว่าเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร ได้ทำอะไรไปบ้าง และอธิบายโดยย่อถึงผลลัพธ์หลักที่ได้มา และให้ผลเป็นตัวเลข (ถ้ามี) แต่จะไม่ลงไปถึงรายละเอียดในแต่ละเรื่อง แต่ละประโยคจะสั้นและกระชับรัด ความยาวประมาณครึ่งหน้ากระดาษพิมพ์ดีด

ตัวอย่างบทคัดย่อ:

การทำแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้รางกวน

ABSTRACT

การเคลื่อนที่และการผสมของเมล็ดข้าวโพดในรางกวน ผลกระทบต่อการทำแห้งเมล็ดข้าวโพด โดยใช้รางกวนชนิดไส้ไก่หมุน ได้ทำการทดลองที่ความชื้นของเมล็ดเริ่มจาก 17-21% อุณหภูมิของเมล็ด 45°C ทำแห้งจนถึงความชื้นสุดท้าย 14% โดยปรับความเร็วรอบ ในการหมุนของไส้ไก่ระหว่าง 3-10 รอบต่อนาที ผลปรากฏว่า อัตราการเคลื่อนที่ของเมล็ดแปรเป็นเส้นตรงตามความเร็วรอบของชนิดไส้ไก่ คุณภาพการผสมดีขึ้นตามอัตราการหมุน จากดัชนีการผสม 0.07 ที่ 4 รอบ/นาที เป็น 0.125 ที่ 10 รอบ/นาที ส่วนการทำแห้งจะอยู่ในช่วงอัตราคงที่เป็น ส่วนใหญ่และอัตราการทำแห้งจะสูงขึ้นตามอัตราการหมุนจาก 0.023 kg-water/kg-dry solid ต่อนาทีที่อัตราการหมุน 2.6 รอบ/นาที เป็น 0.038 kg-water/kg-dry solid ต่อนาทีที่อัตราการหมุน 7.6 รอบ/นาที โดยสามารถลดความชื้นได้ 2.0-2.6% ต่อชั่วโมง

หลักเกณฑ์ในการเขียนสรุป:

(อ้างอิงจาก Max S. Peters and Klaus D. Timmerhaus “Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, 4th Ed., McGraw-Hill)

Summary

The summary is probably the most important part of a report, since it is referred to most frequently and is often the part of the report that is read. Its purpose is to give the reader the entire contents of the report in one or two pages. It covers all phases of the design project, but it does not go into detail on any particular phase. All statements must be concise and give a minimum of general qualitative information. The aim of the summary is to present precise quantitative information and final conclusions with no unnecessary details.

The following outline shows what should be included in a summary:

1. A statement introducing the reader to the subject matter
2. What was done and what the report covers
3. How the final results were obtained
4. The important results including quantitative information, major conclusions, and recommendations

An ideal summary can be completed on one typewritten page. If the summary must be longer than two pages, it may be advisable to precede the summary by an *abstract*, which merely indicates the subject matter, what was done, and a brief statement of the major results.

- การให้คะแนนในส่วนของรายงานจะพิจารณาจาก
 - รูปแบบที่ถูกต้อง มีหัวข้อต่างๆ ครบถ้วน ยกเว้นเฉพาะส่วนของ แผ่นนำเสนอสารบัญความเป็นมา ทฤษฎี วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้และวิธีการทดลอง ซึ่งมีระบุไว้ในคู่มือปฏิบัติการแล้ว
 - การคำนวณที่ถูกต้อง
 - Presentation ที่ดี
 - การวิเคราะห์และสรุปที่สัมพันธ์กับข้อมูลตัวเลขหรือการสังเกต และอธิบายเปรียบเทียบกับ ทฤษฎี หรือสิ่งที่น่าจะเป็น
 - การตอบคำถามที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือการสังเกต
 - การส่งงานทันเวลา
-

1. นิสิตที่ไม่เข้าเรียนวิชาปฏิบัติการหัวข้อย่อยใด จะได้ F ในหัวข้อย่อยนั้น และจะขาดเรียนทั้งหมดได้ไม่เกิน 2 ครั้งของเวลาเรียนทั้งหมด (เวลาเรียนไม่ถึง 80%)
2. นิสิตที่เข้าเรียนวิชาปฏิบัติการสายเกิน 15 นาที หลังเริ่มเรียนในหัวข้อย่อยใด โดยไม่มีเหตุอันสมควร (ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้ควบคุม) จะได้ F ในหัวข้อย่อยนั้น (สำหรับนิสิตที่เป็น Supervisor ครั้งหน้าอนุญาตเข้าเรียนได้โดยไม่มีคะแนนเพื่อจะทำหน้าที่ได้)
3. นิสิตที่เข้าสายแต่ไม่เกิน 15 นาที หลังเริ่มเรียน จะถูกหักคะแนนตามเกณฑ์ของเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมหัวข้อย่อยนั้นๆ คือ สาย 5 นาทีหัก 2 คะแนน
4. นิสิตที่ขาดการทำหน้าที่ Supervisor ในปฏิบัติการหัวข้อย่อยใด จะได้ F ในหัวข้อย่อยนั้น (ถือเป็นการขาดเรียน 1 ครั้ง)
5. นิสิตที่ไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าห้องเรียนคือ
 - ไม่สวมรองเท้าหุ้มเท้าแบบมิดชิด
 - ไม่รวบผมให้เรียบร้อย (ในกรณีที่นิสิตไว้ผมยาว)
 - ไม่มีคู่มือปฏิบัติการ LAB
6. การแต่งกาย ให้สวมเสื้อ Shop ของภาควิชา ติดกระดุมให้เรียบร้อยคลุมชุดนิสิต รวบผมใส่หมวก แว่นนิรภัย และสวมรองเท้าหุ้มเท้าให้มิดชิด
7. ห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารเพื่อใช้ในการสื่อสารขณะทำการทดลอง (Lab Reynolds' number และ Lab boiling heat transfer อนุญาตให้ใช้สำหรับการถ่ายรูปได้เท่านั้น)
8. นิสิตจะต้องอ่านทำความเข้าใจเนื้อหา และขั้นตอนการทดลองก่อนเข้าเรียน อาจารย์ผู้สอนจะซักถามความเข้าใจ ซึ่งจะมีผลต่อคะแนนของนิสิต
9. ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่มเข้าห้องปฏิบัติการ

รายงาน

10. รายงานการทดลอง มีกำหนดส่งหลังจากวันที่ทำการทดลอง 1 สัปดาห์
 - 1) ให้ส่งตามกำหนด (ตามตาราง) ก่อนเริ่มเรียน Lab โดยส่งที่ Lab เดิม
 - 2) หากส่งรายงานสายไม่เกิน 15 นาที คะแนนรายงานจะถูกหัก 50%
 - 3) หากส่งสายเกิน 15 นาที คะแนนรายงานจะเป็น ศูนย์
 - 4) หากส่งหลังชั่วโมงแล็บ (12.00 น.) จะได้ F ในแล็บย่อยนั้น
11. ให้ส่งรายงานที่อาจารย์เจ้าของ Lab ถ้าวันส่งตรงกับวันหยุดจะแจ้งกำหนดส่งให้ทราบที่บอร์ด หากส่งเกินกำหนด จะได้ F ในแล็บย่อยนั้น

12. รายงานให้เขียนด้วยมือตัวบรรจงเท่านั้น รายงานที่ต้องพล็อตกราฟให้พล็อตจากซอฟต์แวร์ได้

13. การให้คะแนนรายงานจะพิจารณาจากความสมบูรณ์ครบถ้วน และเนื้อหาของรายงาน

นิสิตที่ลอกรายงานจะได้ F ในแล็บย่อยนั้น ทั้งผู้ลอกและผู้ให้ลอก

กราฟเหมือนกัน = ลอก

14. รูปแบบ และองค์ประกอบรายงาน สามารถดูได้จากส่วนหน้าของคู่มือปฏิบัติการ

1) บทคัดย่อภาษาไทย

2) วัตถุประสงค์

3) ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4) สรุปผลการทดลอง

5) เอกสารอ้างอิง (ถ้ามี)

6) ภาคผนวก (ข้อมูลดิบ, ตัวอย่างการคำนวณ, ตอบคำถามท้ายแล็บ)

คะแนนและเกรด

15. คะแนนรวมจะได้จากคะแนนเฉลี่ยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุม โดยแบ่งสัดส่วนคะแนนดังนี้

ส่วนทฤษฎี 20% โดยอาจารย์

ส่วนปฏิบัติ 30% โดยเจ้าหน้าที่

รายงาน 50% โดยอาจารย์

16. เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมจะให้คะแนนการเข้าเรียนภาคปฏิบัติ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

1) การตรงต่อเวลา (6 คะแนน)

2) ความรับผิดชอบ (6 คะแนน)

3) ความตั้งใจ (6 คะแนน)

4) การรักษาความสะอาด (6 คะแนน)

5) การแต่งกาย (6 คะแนน)

17. คะแนนผู้ที่ทำหน้าที่ Supervisor (100%) อาจารย์และเจ้าหน้าที่จะให้คะแนนสัดส่วนที่เท่ากัน โดย

พิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

- การแนะนำทฤษฎีและการทดลอง

- การดูแล ควบคุมการปฏิบัติการ

18. การให้คะแนนวิชาปฏิบัติการ จะพิจารณาเฉลี่ยจากคะแนนส่วนของปฏิบัติการ การเป็นผู้ควบคุมและการบรรยาย โดยมีเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคะแนน
≥ 3.50	A
3.26 - 3.49	B+
2.76 - 3.25	B
2.26 - 2.75	C+
1.76 - 2.25	C
1.26 - 1.75	D+
1.00 - 1.25	D
≤ 0.99	F

หมายเหตุ: ถ้าได้ F ในเฉลี่ยด้วยเหตุต่างๆ 3 “F” ขึ้นไปจะได้ “F” วิชา 01202313 ทั้งนี้

ข้าพเจ้าได้อ่าน และรับทราบกฎระเบียบกฎเกณฑ์ทุกข้อข้างต้นโดยละเอียด ข้าพเจ้ายินดีที่จะปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด หากมีการละเมิดฝ่าฝืน ข้าพเจ้ายินยอมให้ดำเนินการตามที่ระบุไว้ข้างต้น

REYNOLDS NUMBER

Objectives

1. To reproduce the classic experiments conducted by Professor Osborne Reynolds concerning fluid flow condition.
2. To observe the laminar, transitional, turbulent flow and velocity profile.
3. To calculate the Reynolds number and confirm the theory according to the flow patterns observed.

Introduction

This laboratory unit is intended to reproduce the classic experiments conducted by Professor Osborne Reynolds, reported in 1883, concerning the nature of laminar and turbulent flows. By adjusting the flow rate of the flow visualization pipe, the distinction between the two types of flow is expected.

You will be required to carry out experiments to achieve the above objectives. To complete the session, you should write a technical report describing the experiments and answering all the questions given at the end of this manual.

Theory

It has long been known that fluid can flow through a pipe or conduit in two different ways. At low rates the pressure drop in the fluid increases directly with the fluid velocity; at high rates it increases much more rapidly, roughly as the square of the velocity. The distinction between the two types of flow was first demonstrated in a classic experiment by Osborne Reynolds, reported in 1883. A horizontal glass tube was immersed in a glass-walled tank filled with water. A controlled flow of water could be drawn through the tube by opening a valve. The entrance to the tube was flared, and provision was made to introduce a fine filament of colored water from the overhead tank into the stream at the tube entrance. Reynolds found that, at low flow rates, the jet of colored water flowed intact along with the mainstream and no cross mixing occurred.

The behavior of the color band showed clearly that the water was flowing in parallel straight lines and that the flow was *laminar*. When the flow rate was increased, a velocity, called the *critical velocity*, was reached at which the thread of color became wavy and gradually disappeared, as the dye spread uniformly through-out the entire cross section of the stream of water. This behavior of the colored water showed that the water no longer flowed in laminar motion but moved erratically in the form of crosscurrents and eddies. This type of motion is *turbulent flow*.

Reynolds studied the conditions under which one type of flow changes into the other and found that the critical velocity, at which laminar flow changes into turbulent flow, depends on four quantities: the diameter of the tube, viscosity, density, and average linear velocity of the liquid. Furthermore, he found that these four factors can be combined into one group and that the change in kind of flow occurs at a definite value of the group. The grouping of variables so found was

$$N_{Re} = D\bar{V}\rho/\mu = D\bar{V}/\nu$$

where D = diameter of tube
 \bar{V} = average velocity of liquid
 μ = viscosity of liquid
 ρ = density of liquid
 ν = kinematic viscosity of liquid

The dimensionless group of variables defined above is called the *Reynolds number* N_{Re} . It is one of the named dimensionless groups listed in Reference 1 (Appendix 5). Its magnitude is independent of the units used, provided that the units are consistent.

Additional observations have shown that the transition from laminar to turbulent flow actually may occur over a wide range of Reynolds numbers. Laminar flow is always encountered at Reynolds below 2,100, but it can persist up to Reynolds numbers of several thousand under special conditions of well-rounded tube entrance and very quiet liquid in the tank.

Under ordinary conditions of flow, the flow is turbulent at Reynolds numbers above about 4,000. Between 2,100 and 4,000 a *transition region* is found, where the type of flow

may be either laminar or turbulent, depending upon conditions at the entrance of the tube and on the distance from the entrance.

Equipments and Chemicals Used

- A Header tank
- A Flow visualization test pipe with control valve
- A Dye reservoir with pipette injector
- A Glass or ceramic beads media
- A Measuring cylinder
- A Stopwatch
- A Potassium Permanganate or iodine solution

Experimental Description

The equipment operates in a vertical mode. A header tank containing stilling media provides a constant head of water through a bell mouth entry to the flow visualization pipe. The Flow through this pipe is regulated using a control valve at the discharge end. The water flow rate of water through the pipe can be measured using the a volumetric tank (or a measuring cylinder, or other types of flow meters). Velocity of the water can therefore be determined to allow the calculation of Reynolds' number.

The equipment uses a similar dye injection technique to that of Reynolds' original apparatus to enable observation of flow conditions and velocity profiles.

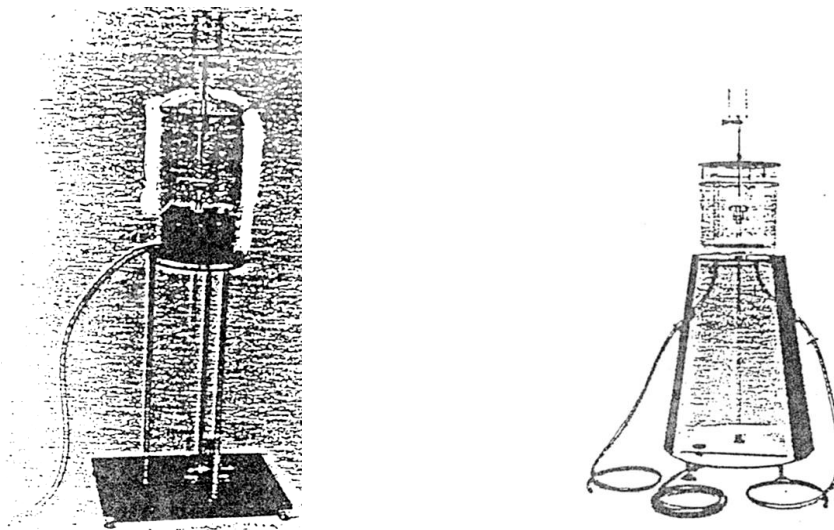


Figure 1 Osborne Reynolds' Demonstration

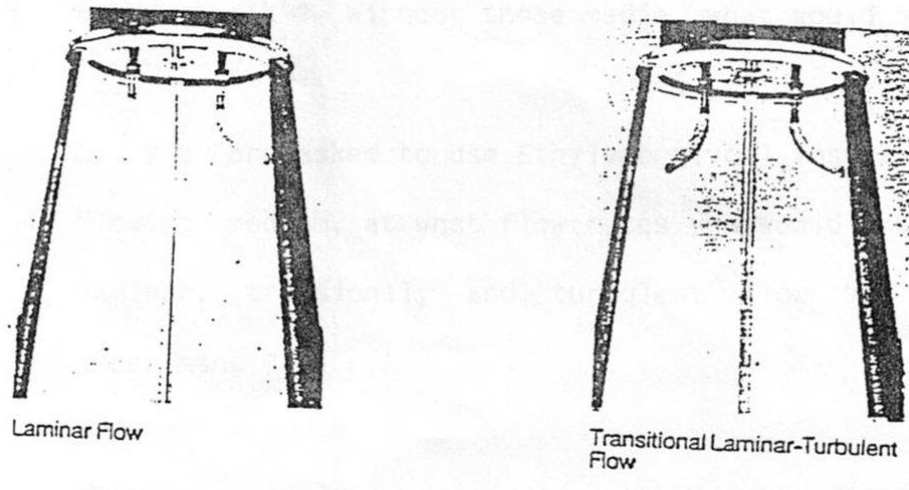


Figure 2 Flow Regimes

Questions

- Q-1 Are the results from this experiment consistent with the classic experimental results conducted by Professor Osborne Reynolds back in 1883? Also, calculate the percentage error obtained.
- Q-2 Sketch the velocity profiles observed from the experiment. Are they similar to the theoretical ones you have studied? If not, why?
- Q-3 What is the main purpose (s) of the stilling media in the header tank? Without those media, what would happen?
- Q-4 If you are asked to use Ethylene glycol instead of water as a flowing medium, at what flow rates would you expect to see the laminar, transitional, and turbulent flow in this equipment/experiment?
- Q-5 To alter the kinematic viscosity of the fluid (not by using different fluids as in Q-4) by altering the temperature of the water, at what flow rates would we expect to see each type of flow at 80°C water temperature in this equipment/experiment?
- Q-6 The main difference between this equipment/design and the original equipment/design of Professor Osborne Reynolds is the use of a vertical direction for the fluid flow versus the horizontal one. In your opinion, which one is better and why? Please discuss.
- Q-7 Which are the important parameters/designs to make the experimental results close or similar to the theoretical results? Point out all the missing parameters/designs in this equipment (Give your answer in a tabulated form).

Q-8 Make some suggestions/recommendations on this equipment/experiment.

References

1. McCabe, W.L., et al, Unit Operations of Chemical Engineering, 4th edition, McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1985.
2. Armfield's Catalog and Manual, Fluid Mechanics Series, Armfield Technical Education Co. Ltd., England.
3. Perry, R.H., and Green, D.W. (ed), Chemical Engineer's Handbook, 6th edition, McGraw-Hill, New York, 1984.
4. Reid, R.C., et al. The Properties of Gases and Liquids, 3rd edition, McGraw-Hill, New York, 1977

TRM/1 Oct 1991

BALL MILL AND SIEVE ANALYSIS

Objective

1. To study particle size distribution by sieve analysis
2. To study particle size reduction by varying size, surface area of ceramic ball and time for grinding

Introduction

Individual solid particles are characterized by their size, shape and density. Particles of homogeneous solids have the same density as the bulk material. Size and shape are easily specified for regular particles, such as spheres and cubes, but for irregular particles the terms “size” and “shape” are not clear and must arbitrarily defined.

The shape of an individual particle is conveniently expressed in terms of “sphericity” (Φ_s), which is dependent of particle size. For a spherical particle, the sphericity is equal to 1. For a non-spherical particle, the sphericity is defined by the relation

$$\Phi_s = \frac{6V_p}{D_p S_p} \quad (1)$$

where D_p = equivalent diameter or nominal diameter of particle
 S_p = surface area of one particle
 V_p = volume of one particle

Theory

The equivalent diameter is sometimes defined as the diameter of a sphere of equal volume. For fine granular materials, however, it is difficult to determine the exact volume and surface and area of particle and D_p is usually taken to be the nominal size based on screen analysis or microscopic examination. The surface area is found from adsorption measurements or from the pressure drop in a bed of particles, and then Eq.(1) is used to calculate Φ_s . For

many crushed materials Φ_s is between 0.6 and 0.8, but for rounded by abrasion Φ_s may be as high as 0.95.

Mixed particle size and screen analysis:

Standard screens are used to measure the size and size distribution of particles in the size range between about 3 and 0.0015 in. (79 mm and 38 μm). Testing sieves are made of woven wire screen, the mesh and dimensions of which are carefully standardized. The openings are square. Each screen is identified in meshes per inch. However, the actual openings are smaller than those corresponding to the mesh numbers due to the thickness of the wires. The characteristics of one common series, the Tyler standard screen series are based on the opening to the 200-mesh screen, which is established at 0.074 mm. The area of the openings in any one screen in the series is exactly twice that of the openings in the next smaller screen.

In making an analysis, a set of standard screens is arranged serially in a stack, with the smallest screen opening at the bottom and the largest at the top. The sample is placed on the top screen and the stack was then shaken mechanically for a definite time, perhaps 20 min. The particles retained on each screen are removed and weighed, and the masses of the individual screen increments are converted to mass fraction or mass percentage of the total sample. Any particles that pass the finest screen are caught in a pan at the bottom of the stack.

Table 1: Typical Screen Analysis:

Mesh	Screen Opening, D_{pi}, mm.	Mass fraction Retained, X_i	Average particle Diameter in Increment, \bar{D}_{pi} mm	Cumulative Fraction Smaller than D_{pi}
4	4.699	0.0000	-	1.0000
6	3.327	0.0251	4.013	0.9749
8	2.362	0.1250	2.845	0.8499
10	1.651	0.3207	2.007	0.5292
14	1.168	0.2570	1.409	0.2722
20	0.833	0.1590	1.001	0.1132
28	0.589	0.0538	0.711	0.0594
35	0.417	0.0210	0.503	0.0384
48	0.295	0.0102	0.356	0.0282
65	0.208	0.0077	0.252	0.0205

100	0.147	0.0058	0.178	0.0147
150	0.104	0.0041	0.126	0.0106
200	0.074	0.0031	0.089	0.0075
Pan	-	0.0075	0.037	0.000

Information from such a particle-size analysis is tabulated to show the mass or number fraction in each size increment as a function of the average particle size or size range in the increment. An analysis tabulated in this way is called *differential analysis*. The results are often presented as a histogram, as shown in figure 1. A second way to present the information is through a cumulative analysis obtained by adding consecutively as shown in figure 2, the individual increment, starting with the containing the smallest particles and tabulating or plotting the cumulative sums against the maximum particle diameter in the increment. In the cumulative analysis the data may appropriately be represented by a continuous curve.

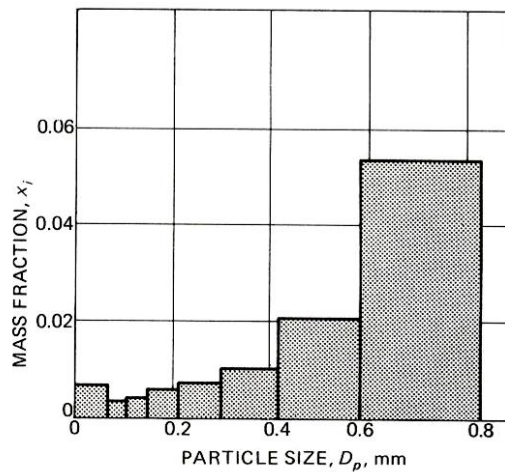


Figure 1 Differential screen analyses

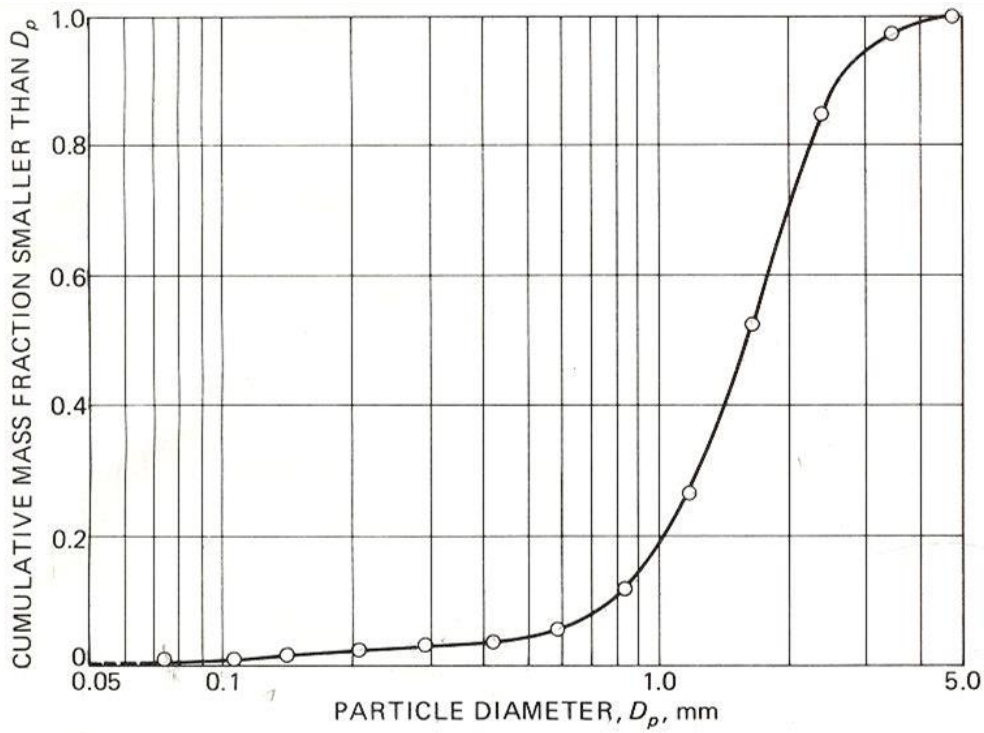


Figure 2 Cumulative Screen analyses

Mixed particle sizes and size analysis:

In a sample of uniform particles of diameter D_p the total volume of the particles in m/ρ_p are the total mass of the sample and the density of the particles, respectively. Since the volume of the one particle is V_p , the number of particles in the sample N is;

$$N = \frac{m}{\rho_p V_p} \quad (2)$$

The Total surface area of the particles is from (1) and (2)

$$A = NS_p = \frac{6m}{\Phi_S \rho_p D_p} \quad (3)$$

Specific surface of mixture (A_w):

If the particle density ρ_p and sphericity Φ_s are known, the surface area of the particles in each fraction may be calculated from (3) and the results for all fractions added to give A_w , the specific surface (the total surface area of a unit mass of particles) If ρ_p and Φ_s are constant, A_w is given by

$$A_w = \frac{6}{\Phi_s \rho_p} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{D_{pi}} \quad (4)$$

$$D_{pi} = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} = \frac{D_{upper} + D_i}{2} \quad (4.a)$$

Where subscripts = individual increments

X_i = mass fraction in given increment

D_{pi} = average particle diameter

Average particle size:

The average particle size for a mixture of particles is defined in several different ways.

1. Volume-surface mean diameter,

$$D_s = \frac{6}{\Phi_s A_w \rho_p} \quad (5)$$

2. Arithmetic mean diameter,

$$\bar{D}_n = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \bar{D}_{pi}}{N_T} \quad (6)$$

3. Mass mean diameter,

$$\bar{D}_w = \sum_{i=1}^n X_i \bar{D}_{pi} \quad (7)$$

4. Volume mean diameter,

$$\bar{D}_v = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\bar{D}_{pi}^3}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (8)$$

Number of particles in mixture (N_w):

For a given particle shape, the volume of any particle is proportional to its “Diameter” cubed, or

$$V_p = aD_p^3 \quad (9)$$

Where a is the volume shape factor

The total population in one mass unit of sample, N_w is

$$N_w = \frac{1}{a\rho_p} \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\bar{D}_{pi}^3} = \frac{1}{a\rho_p \bar{D}_v^3} \quad (10)$$

Chemical and equipment

1. Sand
2. Water
3. Ball mill unit
4. Sieve analysis unit
5. Analytical balance
6. Cylinder

Procedure

1. Set the screen from top to bottom as follows; mesh no. 50, 60, 80, 100, 120, 170, 200 and pan.
2. Weigh all the screens and pan.
3. Weigh 300 grams of sand and place to the top screen. Start sieving for 15 minutes, then weigh all the screens with sand. Calculate the mass fraction retained on each sieve.
4. Weigh 300 grams of sand and grind by using 20 big balls for 20 minutes and weigh all of 20 bigger balls.
5. Sieve the ground sand for 15 minutes and weigh all of sand on each sieve.
6. Weigh 300 grams of sand and grind by using smaller balls which total weight is equal to total weight of bigger balls for 20 minutes.
7. Repeat step 5.
8. Weigh 300 grams of sand and grind by using 20 bigger balls for 40 minutes and then repeat step 5.
9. Determine sand density.

Result and Discussion

1. Prepare screen analysis table and plot the differential and cumulative screen analyses curves.
2. Define A_w , \overline{D}_w , and N_w .
3. Compare the result from each ball size and time for grinding.

References

- McCabe W.L., Smith J.C., and Harriott P., "Unit Operations of Chemical Engineering". 4th edition., McGraw-Hill Book Company, 1985.

Sample Calculations

The screen analysis shown in Table 1 applies to a sample of crushed quartz. The density of the particles is $2,650 \text{ kg/m}^3$ (0.00265 g/mm^3), the shape factor are $a = 2$ and $\Phi_s = 0.571$. For the material between 4-mesh and 200-mesh in particle size, calculate

- A_w in square millimeters per gram and N_w in particle per gram.
- \bar{D}_v
- D_s
- D_w
- N_i for the 150/200-mesh increment.
- What fraction of the total number of particles are in the 150/200 mesh increment ?

Hint Notation 150/200 means “through 150 mesh and on 200 mesh

Solution: to find A_w and N_w , Eq.(4) can be written

$$A_w = \frac{6}{0.571 \times 0.00265} \sum \frac{X_i}{D_{pi}} = 3,965 \sum \frac{X_i}{D_{pi}}$$

And Eq. (10) as:

$$N_w = \frac{1}{2 \times 0.00265} \sum \frac{X_i}{D_{pi}^3} = 188.7 \sum \frac{X_i}{D_{pi}^3}$$

- (a) For the 4/6-mesh increment \bar{D}_{pi} is the arithmetic mean of the mesh opening of the defining screens or from table 1, $\bar{D}_{pi} = (4.699 + 3.327)/2 = 4.013 \text{ mm}$. For this increment, $X_i = 0.0251$; hence X_i / \bar{D}_{pi} is $0.0251/4.013 = 0.0063$ and X_i / \bar{D}_{pi}^3 is 0.004 . Corresponding quantities are calculated for the other 11 increments and summed to give $\sum X_i / D_{pi} = 0.8284$ and $\sum X_i / D_{pi}^3 = 8.8296$. Since the pan fraction is excluded, the specific surface and number of particles per unit mass of particles 200-mesh or larger are found by dividing the results. From Eq.(4) and Eq.(10) by $1 - X_i$ (Since $I = 1$ for the pan), or $1 - 0.0075 = 0.9925$. Then;

$$A_w = \frac{3,965 \times 0.8284}{0.9925} = 3,309 \frac{\text{mm}^2}{\text{g}}$$

$$N_w = \frac{188.7 \times 8.8296}{0.9925} = 1,679 \frac{\text{particles}}{\text{g}}$$

(b) From Eq. (8);

$$\bar{D}_v = \frac{1}{8.8296^{\frac{1}{3}}} = 0.4238 \text{mm}$$

(c) The volume-surface mean diameter is found from Eq.(6)

$$\bar{D}_s = \frac{1}{0.8284} = 1.207 \text{mm}$$

(d) Mass mean diameter is obtained form Eq. (7).For this from the data in Table 1.

$$\sum X_i \bar{D}_{pi} = \bar{D}_w = 1.677 \text{mm}$$

(e) The number of particles in the 150/200-mesh increment is found from Eq. (10)

$$N_2 = \frac{X_2}{a\rho_p D_{p2}^3} = \frac{0.0031}{2 \times 0.00265 \times 0.089^3} = 836 \frac{\text{particles}}{\text{g}}$$

(f) This is $836/1,679 = 0.498$ or 49.8 percent of the particles in the top 12 increments. For the material in the pan fraction the number of particles and surface area are enormously greater than for the coarser material, but they cannot be accurately estimated from the data in Table 1.

FILTRATION: FILTER PRESS

Objectives

1. To determine filtration parameters, i.e., filter medium and cake resistances.
2. To determine the characteristics of the cake.

Introduction

Filtration is the separation of a fluid-solid mixture, or slurry, involving passage of most of the fluid through a porous barrier which retains most of the solid particulates contained in the mixture. Filtration is the term for the unit operation. A filter is a unit operations equipment by which filtration is performed. The filter medium or septum is the barrier that lets the liquid pass while retaining most of the solids; it may be a screen, cloth, paper, or bed of solids. The liquid that passes through the filter medium is called the filtrate.

The mechanism for separation and accumulation of solid is not clearly understood. Two models are generally considered. When solids are stopped at the surface of a filter medium and pile upon one another to form a cake. The separation is called cake filtration. When solids are trapped within a pore or body for the medium, it is termed clarifying filtration.

Filtration may be operated with constant-pressure driving force, at constant filtration rate or in cycles that are variable with respect to both pressure and rate.

Filtration Theory: Cake Filtration

In cake filtration, once a layer of solid particles has formed on the filtering medium, its surface becomes the *de facto* filter medium, solids being deposited and adding to the thickness of the cake while the clear liquor passes through. The cake is therefore composed of a bulky mass of particles of irregular shape, among which run small channels. The flow of liquor through the cake channels is always streamline and may therefore be represented by:

$$\frac{1}{A} \frac{dV}{dt} = \frac{(-\Delta p)}{\mu[(\alpha c V / A) + R_m]} \quad (1)$$

where V = volume of filtrate collected to time t , m^3
 t = time, s
 A = area of filtering surface, m^2
 $-\Delta p$ = overall pressure drop through filter, *Newton* m^{-2} or $kg\ m^{-1}s^{-2}$
 μ = viscosity of filtrate, $kg\ m^{-1}\ s^{-1}$
 c = mass of dry cake solids per unit volume of filtrate, $kg\ m^{-3}$, that can be calculated from

$$c = \frac{c_F}{1 - (m_F / m_c - 1)c_F / \rho}$$

c_F = mass of solid in the slurry per volume of liquid in slurry, $kg\ m^{-3}$
 m_c = total mass of dry cake, kg
 m_F = total mass of wet cake, kg
 ρ = density of filtrate, $kg\ m^{-3}$
 α = average specific cake resistance, $m\ kg^{-1}$
 R_m = filter medium resistance, m^{-1}

The above relation expresses the differential or instantaneous rate of filtration per unit area as the ratio of a driving force, pressure, to the product of viscosity by the sum of cake resistance and filter medium resistance. Rearranging equation (1) gives:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu\alpha c}{A^2(-\Delta p)}V + \frac{\mu R_m}{A(-\Delta p)} \quad (2)$$

Constant-Pressure Filtration:

For constant-pressure filtration, a $(-\Delta p)$ is constant and equation (2) yields;

$$\frac{dt}{dV} = K_c \cdot V + B \quad (3)$$

where K_c and B are constants for the conditions employed. It should be noted that K_c and B depend on filtering pressure in the implicit sense that α and R_m are generally dependent on $(-\Delta p)$. Integration of equation (3) from $t = 0, V = 0$ to $t = t, V = V$ gives:

$$\frac{t}{V} = \frac{K_c}{2}V + B \quad (4)$$

The use of filtration theory is limited by the fact that filtering characteristics must always be determined on the actual slurry in question, data obtained on one slurry being inapplicable to another.

Cake Characteristics: Compressible and Incompressible Cakes:

In the usual range of operating conditions, α is related to the pressure by the expression:

$$\alpha = \alpha_0(-\Delta p)^s \quad (5)$$

where α_0 is an empirical constant determined largely by the size of the particles forming the cake, s is the cake compressibility coefficient, varying from 0 for rigid, incompressible cakes, such as fine sands and diatomite, to 1.0 for very highly compressible cakes. For most industrial slurries, s lies between 0.1 and 0.8 with ferric and other metal hydroxides on the high end of the compressible cake. Equation (5) should not be used in a range of pressure drops much different from that used on the experiments conducted to evaluate α_0 and s .

Cake Moisture Content:

Cake moisture content is different from one to another depending on particle size, filtering conditions, degree of air blowing, and nature of cake materials. Moist cake needs more energy for drying and more liquid is lost with the cake. Moisture content is obtained from:

$$\% \text{ Moisture} = \frac{\text{Weight of wet cake} - \text{Weight of dry cake}}{\text{Weight of wet cake}} \times 100 \quad (6)$$

Data of filtration time and filtrate volume can be obtained experimentally. Then, the values of α and R_m can be determined from K_c and B can be obtained from equation (4). Also the values of cake compressibility coefficient, s , and empirical constant for cake resistance; α_0 , can be determined from data at various pressure drops by using equation (5). In addition, equation (6) is used to determine a moisture content of the cake.

Materials

An approximately 20 % wt slurry of gypsum in water.

Equipment

1. Polypropylene plate and frame filter press with cotton filter cloth.

Number of plates	6	
Number of frames	5	
Dimensions:		plate 15 mm x 300 mm x 300 mm
frame		20 mm x 300 mm x 300 mm
filter area		0.875 m ² (0.175 m ² /frame of two sides)
max. cake hold up		0.0046 m ³
maximum allowable pressure		6 kg/cm ² (5.884 × 10 ⁵ N/m ²)

2. Slurry feed tank with agitator.
3. Slurry pump with variable speed gear motor.
4. Filtrate drain line and 30 liter graduated bucket.
5. Drying oven
6. Balance
7. Stop watch.

Procedure

1. Prepare 0.15 m^3 (150 liters) of approximately 20% wt feed slurry of gypsum in water. Take three samples of feed slurry to measure the solid concentration.
2. Assemble the filter press using two frames and three pieces of filter cloth.
3. Operate the filter press at a constant pressure drop.
4. Record the time required to obtain every 5 liters of filtrate until 30 liters of filtrate are accumulated. Then, stop the slurry feed pump.
5. Blow the cake with air for one minute to drive off the liquid retained in the cake.
6. Bring the filter cloth with cake out from the filter plate.
7. Repeat operation of filter press for another 2 more constant pressure drops.
8. Weigh the aluminum weighing dishes. Take samples of wet gypsum cake from every piece of filter cloth. Get the weight of each sample in the aluminum weighing dish and dry them in an oven at 110°C for 4-6 hours or until it is dry. Then, obtain the weight of dry cake.
9. Clean the equipment and area for later use.

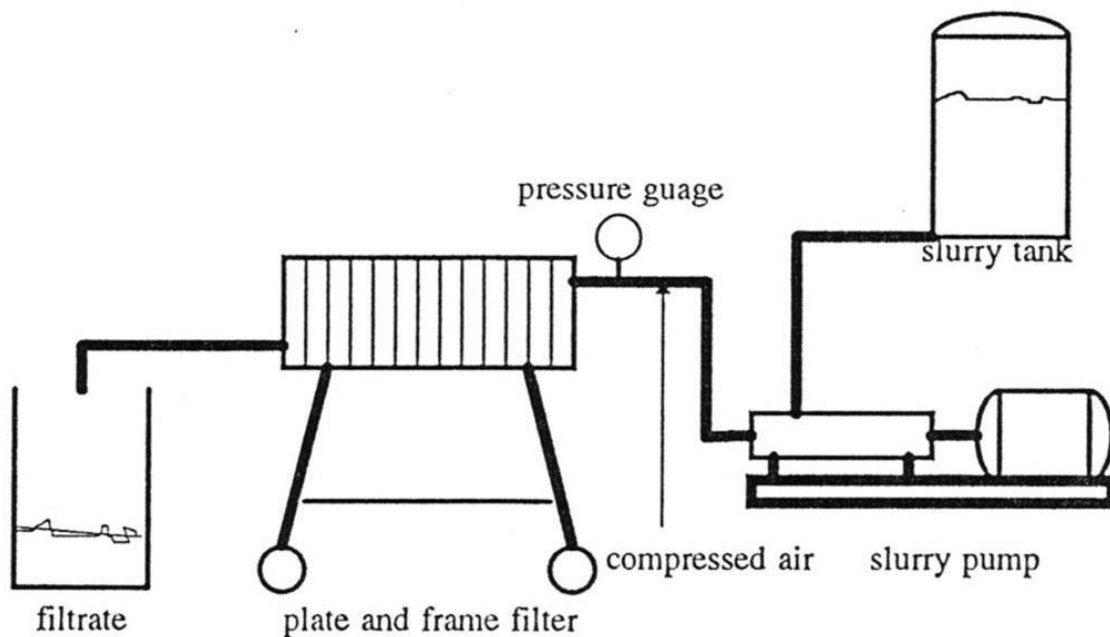


Figure 1 Schematic Diagram of Equipment

Results and Discussion

1. Find the values of R_m and α and show how they change with pressure drop.
2. Find the cake compressibility coefficient and the cake resistance empirical constant.
3. Find the percent moisture of wet cakes and show how they change with pressure drop.
4. Answer the following questions:
 - 4.1 Could the obtained result of α and R_m be used in a continuous filtration?
Discuss.
 - 4.2 Could the obtained value of α and R_m be extrapolated to other pressure drop outside the experimental range? Discuss.
 - 4.3 Is the gypsum cake a compressible or incompressible cake? Discuss.
 - 4.4 Approximate the amount of heat needed to obtain 100 kg of dry cake with 8%wt moisture content from wet cake with the same moisture content as in this experiment if the dryer has an energy efficiency of 70%.

References

1. Perry, R.H., and D.W. Green; "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 6th ed., McGraw-Hill Book Company, New York, USA, (1984).
2. McCabe, W.L., J.C. Smith, and P. Harriot; "Unit Operations of Chemical Engineering" 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York, USA, (2005).
3. Operating Manual of Plate and Frame Filter Press. Dynatech (Thailand) Co., Ltd., Bangkok, Thailand, (1990).

FILTRATION: FILTER PRESS

DATA SHEET

Experiment Date : Student :

By:Supervisor : Student :

Student : Student :

Student : Student :

Student : Student :

Weight data for calculation of solid concentration in feed slurry

Sample number	S-I	S-II	S-III
Empty dish, g			
Dish & slurry, g			
Dish & dry solid, g			

Data for calculations of cake and filter medium resistances

Run number	I	II	III
Pressure drop, kg/cm ²			
Filtrate volume, liter	Time (s)		
5			
10			
15			
20			
25			
30			

Data of weight in grams for % moisture calculation

Run no.	I			II			III		
Sample No.	I	I	I	II	II	II	III	III	III
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Empty dish, g									
Dish & wet cake, g									
Dish & dry cake, g									

SEDIMENTATION

Anusith Thanapimmetha

1. Introduction

Sedimentation is the partial separation or concentration of suspended solid particles from a liquid by gravity settling. It is a strong function of liquid viscosity and density, particle size, and the concentration of the solution. With that in mind, experiments can be performed that will allow the engineer to determine settling times and velocities for liquid-solid suspensions and slurries. This would enable thickeners to be designed for specific industrial tanks. The sedimentation process is particularly important in the preparation of industrial or domestic water and the purification of wastewater. An example of this may be seen in the boiler feed water treatment section on a thermal station. Many process applications are also found in the metallurgical industry. The beer brewing industry also has many applications dealing with batch settling and the use of flocculants. Certain clarifiers are added to the beer in order flocculate sediment particles so they may be later filtered out.

2. Objectives:

- To study the mechanism and process of sedimentation.
- To study different settling regimes and determine the relationship between concentration and settling velocity.
- To be able to size thickeners based on particle sizes, fluid viscosities, and desired consistencies

3. Theory

3.1 Mechanisms of sedimentation.

When a dilute slurry is settled by gravity into a clear fluid and a slurry of higher solids concentration, the process is called sedimentation or sometimes thickening. To illustrate the method of determining settling velocities and the mechanisms of settling, a batch settling test is carried out by placing a uniform concentration of the slurry in a graduated cylinder. At the start, as shown in Fig. 1 a, all the particles settle by free settling in suspension zone B. The particles in zone B settle at a uniform rate at the start and a clear liquid zone A appears in Fig. 1 b. The height z drops at a constant rate. Also, zone D begins to appear, which contains the settled particles at the bottom. Zone C is a transition layer whose solids content varies from that in zone B to zone D. After further settling, zones B and C disappear, as shown in Fig. 1 c. Then compression first appears, and this moment is called the critical point. During compression liquid is expelled upward from zone D and the thickness of zone D decreases.

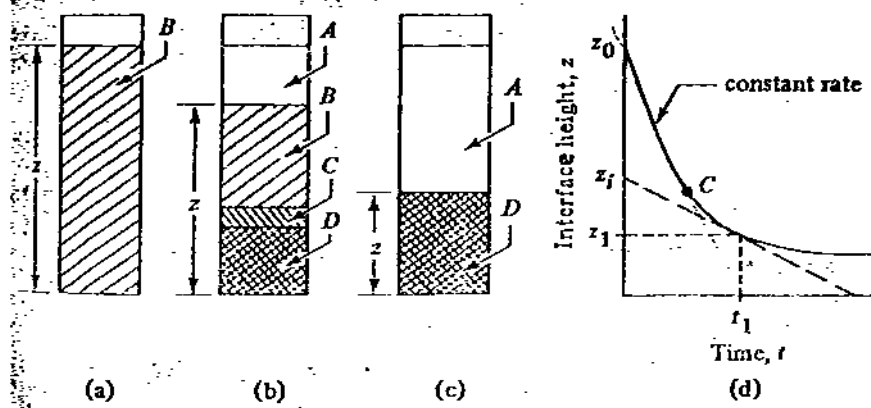


Fig 1. Batch sedimentation results: (a)original uniform suspension,(b)Zones of settling after a give time,(c)compression of zone D after zones B and C disappear,(d)clear liquid interface height z versus time of settling.

Determination of settling velocity. In Fig.1 d the height z of the clear liquid interface height is plotted versus time. As shown, the velocity of settling, which is the slope of the line, is constant at first. The critical point is shown at point C. Since sludges vary greatly in their rates, experimental settling rates of each sludge is necessary.

The settling velocity v is determined by drawing a tangent to the curve in Fig 1 d at a give time t_1 and the slope $(-dz/dt) = v_1$. At this point the height is Z_i and Z_i is the intercept of the tangent to the curve. Then

$$v_1 = \frac{Z_i - Z_1}{t_1} \quad (1)$$

The concentration C_1 is, therefore, the average concentration of the suspension if Z_i is the height of this slurry. This is calculated by

$$C_1 Z_i = C_0 Z_0 \text{ or } C_1 = (Z_0/Z_i)C_0 \quad (2)$$

Where C_0 is the original slurry concentration in kg/m^3 at Z_0 height and $t = 0$. This is repeated for other times and plot of settling velocity versus concentration is made.

3.2 Theory of Particle Movement Through a Fluid

Derivation of basic equations for rigid spheres. Whenever a particle is moving through a fluid, a number of forces will be acting on the particle. First, a density difference is needed between the particle and the fluid. An external force of gravity is needed to impart motion to the particle. If the densities of the fluid and particle are equal, the buoyant force on the particle will counter balance the external force and the particle will not move relative to the fluid.

For a rigid particle moving in a fluid, there are three force acting on the body: gravity acting downward, buoyant force acting upward, and resistance or drag force acting in opposite direction to the particle motion.

We will consider a particle of mass m kg/m falling at a velocity v m/s relative to the fluid. The density of the solid particle is ρ_p kg/m³ solid and that of the liquid is ρ kg/m³ liquid. The buoyant force F_b in N on the particle is

$$F_b = \frac{m\rho g}{\rho_p} = V_p \rho g \quad (3)$$

where m/ρ_p is the volume V_p in m³ of the particle and g is the gravitational acceleration in m/s².

The gravitation or external force F_g in N on the particle is

$$F_g = mg \quad (4)$$

The drag force F_D on a body in N may be derived from the fact that, like in flow of fluids, the drag force or frictional resistance is proportional to the velocity head $v^2/2$ of the fluid displaced by the moving body. This must be multiplied by the density of the fluid and by a significant area A , such as the projected area of the particle.

$$F_D = C_D \frac{v^2}{2} \rho A \quad (5)$$

where the drag coefficient C_D is the proportionality constant and is dimensionless.

The resultant force on the body is then $F_g - F_b - F_D$. This resultant force must equal the force due to acceleration.

$$m \frac{dv}{dt} = mg - F_b - F_D \quad (6)$$

Substituting Eqs. (3)-(5) into (6)

$$m \frac{dv}{dt} = mg - \frac{m\rho g}{\rho_p} - \frac{C_D v^2 \rho A}{2} \quad (7)$$

If we start from the moment the body is released from its position of rest, the falling of the body consists of two periods: the period of accelerated fall and the period of constant velocity fall. The initial acceleration period is usually very short, of the order of a tenth of a second or so. Hence, the period of constant velocity fall is the important one. The velocity is called the free settling velocity or terminal velocity v_t .

To solve for the terminal velocity in Eq. (7), $dv/dt = 0$ and equation becomes

$$v_t = \sqrt{\frac{2g(\rho_p - \rho)m}{A\rho C_D}} \quad (8)$$

For spherical particles $m = \pi D^3$ and $A = \pi D^2$. Substituting these into Eq. (8), we obtain, for spherical particles.

$$v_t = \sqrt{\frac{4(\rho_p - \rho)gD_p}{3C_D\rho}} \quad (9)$$

Drag coefficient for rigid spheres. The drag coefficient for rigid spheres has been shown to be a function of the Reynolds number $D_p v\rho/\mu$ of the sphere. In the laminar flow region, called the Stokes' law region for $N_{Re} < 1$

$$C_D = \frac{24}{D_p v\rho/\mu} = \frac{24}{N_{Re}} \quad (10)$$

Where μ is the viscosity of the liquid in Pa·s or kg/m·(lb_m/ft·s). Substituting this into Eq. (9) for laminar flow,

$$v_t = \frac{gD_p^2(\rho_p - \rho)}{18\mu} \quad (11)$$

4. Reagent and Equipment:

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 1. Limestone | 4. Lab scale sedimentation |
| 2. Potassium | 5. timer |
| 3. Water and saline solution | |

5. Procedure:

1. Prepare Limestone at the concentrations of 3.5, 5.0, and 7.0% by weight in water about 800 cm³. Fill in the tubes.
2. Add 2 cm³ Potassium permanganate solution into the slurry
3. Place the stoppers, mix slurry well by shaking.
4. Stand the tubes at the sedimentation set, start the timer and observe the height of slurry and the interface between clear liquid and suspended solids as a function of time until the height of interface is constant.

5. Shake the slurry and repeat step 3 and 4 again.
6. Prepare Limestone at the concentrations of 5.0 % by weight in saline solution about 800 cm³. Fill in the tube.
7. Repeat step 2 and 4 again.

6. Result & Discussion

1. Plot the height of interface as a function of time and compare with the other experiments.
2. Discuss the effect of water and saline solution on sedimentation.
3. Can we use the Stoke's law for explaining rate of sedimentation of Limestone ? Why ?

5. References:

- [1] Perry, Robert H. Perry's Chemical Engineer's Handbook McGraw Hill, Toronto. 1984
- [2] Foust, A.L. et al., Principles of Unit Operations, 2nd Edition. J Wiley, New York, NY. 1980
- [3] Christi j. Geankoplis . Transport Processes and Unit Operations , Prentice-Hall, Inc. 1993
- [4] McCabe W.L., Smith J.C., and Harriott P., "Unit Operations of Chemical Engineering", 4th ed., McGraw-Hill Book Company, 1985.

5
FRICITION LOSS IN PIPE

Objectives

1. Section A: To study the effects of type of fitting and type of pipe on friction loss using different flow rates.
2. Section B: To study the effects of type of valve and %valve opening on friction loss using different flow rates.
3. Section C: To study the effect of type of flow meter on friction loss using different flow rates.

Scope

Section A :

Type of fitting: 90° bend, 90° elbow, 180° bend

Material of construction of pipe: plastic, glass

Length of pipe: short, long

Change in diameter: gradual expansion, sudden contraction

Flow rate: 12, 20, and 30 L/min.

Section B :

Type of valve: diaphragm valve, ball valve, plug valve, hand control valve

Flow rate: 12, 20, and 30 L/min

Section C :

Type of flow meter: orifice meter, Venturi meter, rotameter

Flow rate: 12, 20, 30 and 44 L/min

Theory

Mechanical Energy Balances are useful for open systems in which heat flows and internal energy (and enthalpy) changes are secondary in importance to kinetic and potential energy changes and shaft work.

Most of these operations involve the flow of fluids to, from, and between tanks, reservoirs, wells, and process units.

For a liquid of constant density, ρ (incompressible fluid) flowing through such a system, the steady state mechanical energy balance is

$$\frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta u^2}{2} + g\Delta z + \left(\Delta \hat{U} - \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \right) = - \frac{W_s}{\dot{m}}$$

$$\frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta u^2}{2} + g\Delta z + \hat{F} = -\frac{W_s}{m}$$

where \hat{F} (N.m/kg) is the friction loss—thermal energy generated by friction between adjacent liquid elements moving at different velocities and between liquid elements and the system walls.

The shaft work W_s is the work done by the fluid on moving elements in the process line. (The above equation is valid for steady-state flow of an incompressible fluid)

For frictionless processes, and no shaft work, the above mechanical energy balance becomes the Bernoulli equation.

$$\frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta u^2}{2} + g\Delta z = 0 \quad \text{Bernoulli equation}$$

Mechanical Energy balance

$$PE_1 + KE_1 + P_1 - W_s = PE_2 + KE_2 + P_2 + \text{friction loss}$$

$$-W_s = \Delta PE + \Delta KE + \Delta P + \text{friction loss}$$

~~$$-W_s = \frac{\Delta P}{\rho} + \frac{\Delta V^2}{2g_c} + \frac{g\Delta z}{g_c} + \sum F$$~~

$$\text{Friction} = -\frac{\Delta P}{\rho} = \frac{2fV^2L}{g_c D}$$

Total mechanical-energy balance:

$$Z_1 \frac{g}{g_c} - \int_1^2 v dp + \frac{V_1^2}{2\alpha g_c} + W_0 = Z_2 \frac{g}{g_c} + \frac{V_2^2}{2\alpha g_c} + \sum F \quad \text{----- Eq (1)}$$

Where V is the average linear velocity, ft/s, and α is the correction coefficient to account for use of average velocity, usually taken as 1.0 if flow is turbulent and 0.5 if flow is viscous.

INTERGRATED FORM OF THE FANNING EQUATION. If the linear velocity, density, and viscosity of the flowing fluid remain constant and the pipe diameter is uniform over a total pipe length L , Eq. (1) can be integrated to give the following result.

$$F = \frac{-\Delta p_f}{\rho} = \frac{2fV^2L}{g_c D} \quad \text{----- Eq (2)}$$

In a strict sense, Eq. (2) is limited to conditions in which the flowing fluid is non-compressible and the temperature of the fluid is constant. When dealing with compressible fluids, such as air, steam, or any gas, it is good engineering practice to use Eq. (2) **only if** the pressure drop over the system is less than 10 percent of the initial pressure.

- If a change in the fluid temperature occurs, Eq.(2) should not be used in the form indicated unless the total change in the fluid viscosity, is less than approximately 50 percent based on the maximum viscosity.
- If Eq (2) is used when pressure changes or temperature changes are involved, the best accuracy is obtained by using the linear velocity, density, and viscosity of the fluid as determined at the average temperature and pressure.

Exact results for compressible fluids or nonisothermal flow can be obtained from the Fanning equation by integrating the differential expression, taking all changes into consideration.

Question and Task 1 (Section A)

1. Plot on the same graph the pressure at each point for the different flow rates.
2. Describe any trends observed in the lines drawn by comparing pressure for the same tapping point at different flow rates.
3. Calculate the pressure drop per meter across the straight glass pipe at each of the flow rates.
4. Calculate the pressure drop per meter across the straight plastic pipe at each of the flow rates.
5. Calculate the pressure drop for changes in pipe diameter (gradual expansion, sudden contraction) at each of the flow rates.

Question and Task 2 (Section C)

1. Plot graphs of pressure drop against flow rate for each flow meter.
2. Comment on the graphs.
3. Find information on the flow meters used in the study (orifice meter, Venturi meter, rotameter) eg. How does it work, a related equation for calculating flow rate.
4. What is a Fanning friction factor?
5. What is a pressure transducer? How does it work?

**CTC 10 Fluid Flow
Multi-purpose Fluid
Friction Apparatus**

EXPERIMENT 1

Objective

Measurement of the pressure drops in the pipe fittings in Section A.

Method

READ ALL OPERATING AND SAFETY INSTRUCTIONS IN CTC 10 STUDENT MANUAL FIRST. DO NOT START-UP OR OPERATE EQUIPMENT WITHOUT PRERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR

1. Check water level in pump feed vessel is at least 25mm above the lower end of the central dip pipe. If not add water via the venting neck as described in the filling and start-up instruction.
2. Ensure all air is removed from pipes.
3. Bleed tapping pipes as described in Student Manual.
4. With the pump operating, close Section A and Section C control value and ball valve in Section B
5. Open the flow regulating ball value fully, then gradually open the Section A flow control valve until the flow rate of 12 litres per minute is shown.
6. Turn master selector switch to 'A'
7. Turn selector switch 'A' to position 1 and note pressure reading (millibars).
8. Next select position '2' and note reading. Repeat for position 3-6 inclusive using selector 'A', allowing 2-3 minutes to elapse after changing selector position to allow reading to become steady.
9. Turn selector 'A' to 1. Turn master selector switch to 'B' and record pressure reading for position 7-11. Finally return selector to 7 and master switch to 'A'
10. Increase the flow rate to a new value such as 20 litres per minute record pressure readings for 1 to 11 as described above.
11. Repeat procedure at higher flow rates, such as 30 litres per minute. Note pressure reading for 1 to 11 at each flow rate.

**CTS 10 Fluid Flow
Multi-purpose Fluid
Friction Apparatus**

EXPERIMENT 2

Objective

Determination of the pressure drop characteristics of an orifice plate, a Venturi section and a rotameter.

Method

READ ALL OPERATING AND SAFETY INSTRUCTIONS IN CTS 10 STUDENT MANUAL FIRST. DO NOT START-UP OR OPERATE EQUIPMENT WITHOUT PRERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR

1. Check water level in pump feed vessel is at least 25mm above the lower end of the central dip pipe. If not add Water via the venting neck as described in the filling and start-up instructions.
2. Ensure all air is removed from pipes.
3. Bleed tapping pipes as described in Student Manual.
4. With the pump operating, close Section A and Section C control valve and ball valve in Section B.
5. Fully open the flow regulating valve, then gradually open the Section C control valve until the flow rate is 12 litres per minute.
6. Turn the master selector switch to 'D'.
7. Turn the selector switch 'D' to position '17' and note the pressure reading (millibars).
8. Repeat for positions '18' to '21' using selector 'D' allowing 2-3 minutes to elapse after changing selector position to allow reading to become steady.
9. Turn master selector switch to '22' and '23' and note pressure readings across the rotameter.
10. Repeat procedure at higher flow rates such as 20, 30 and 44 litres per minute

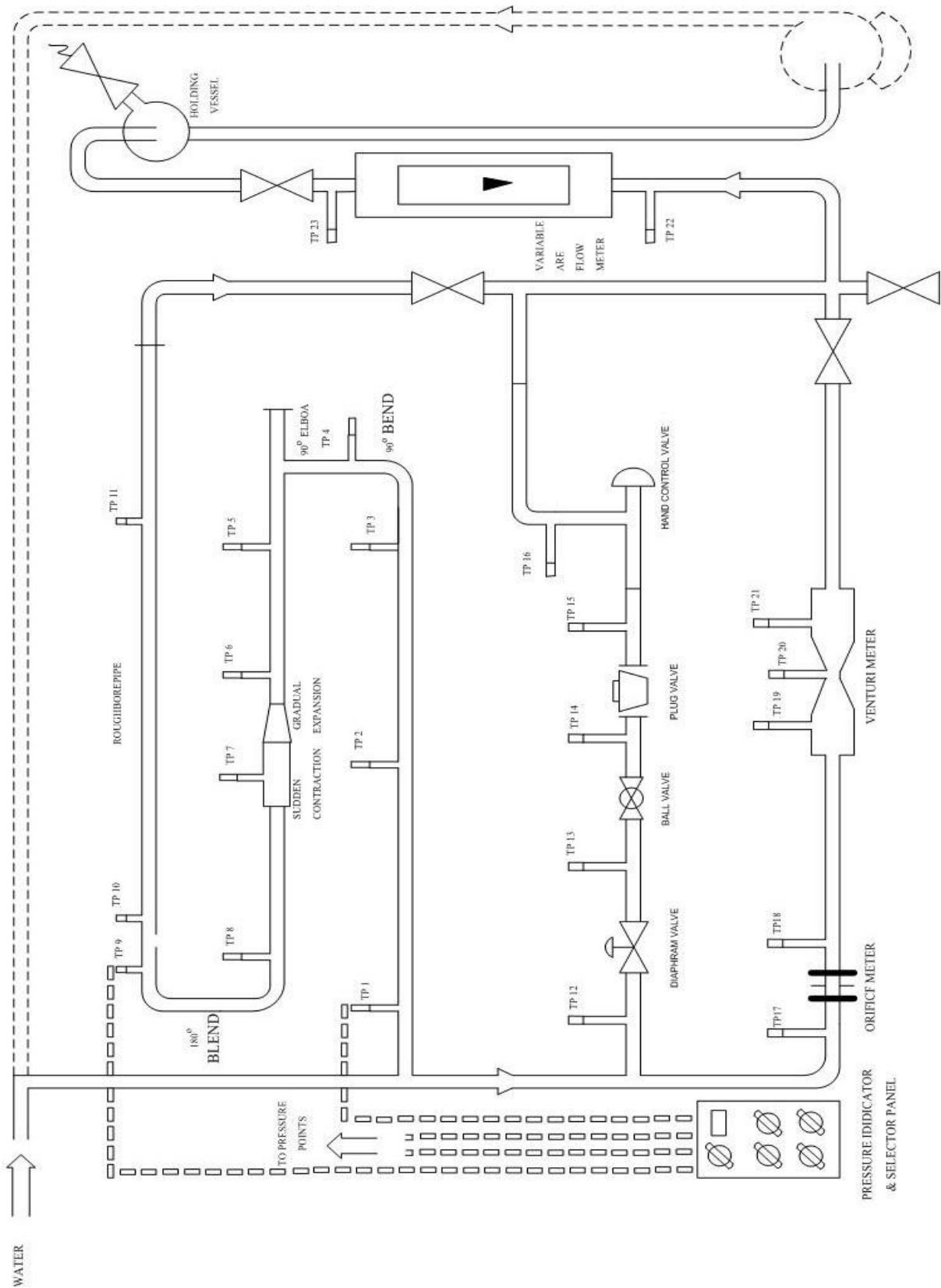


Figure 1 Fluid Flow Rig

HEAT EXCHANGER UNIT

General Description

The heat exchange rig consists of three different types of heat exchanger viz (i) shell and tube, (ii) coil in shell and (iii) plate, all possessing a heat transfer area of 0.5 m^2 . Even though each of the heat exchangers have the same internal heat transfer area, they are however, essentially different in construction and utilizes different materials i.e. glass, alloy 316 and stainless steel and will therefore perform differently.

All the exchangers are arranged for independent operation and evaluation using hot water on one side of the heat exchanger and cold water on the other side. Additionally, when operating with hot water and cold water, the direction of flow of the cold water can be reversed to permit study of both co-current and countercurrent operation in any of the heat exchangers.

The Plant in Detail

Reference Figure 1

1. Principles of Operation

Each of the heat exchangers is operated in turn and studied separately. When one of the exchangers is in use the others are isolated using valves V6,V7,V8,V14,V15,V16,V17,V18,V19 a necessary. Each of the heat exchangers can be operated in 4 ways.

- (i) Cold water – hot water – co-current flow.
- (ii) Cold water – hot water – countercurrent flow.
- (iii) Cold water – steam – co-current flow.
- (iv) Cold water – steam – countercurrent flow.

a. Cold water flow.

Water from an external supply is fed to the unit through the flowmeter FI.1 and its flow rate measured. The direction of flow through each of the heat exchangers can be reversed using valves V1,V2,V3,V4 and the flow of cold water can be directed to the heat exchanger under study by adjusting valves V6,V7,V8 as necessary. When the coil and shell type heat exchanger (HE1) is used the cold water is passed through the coils.

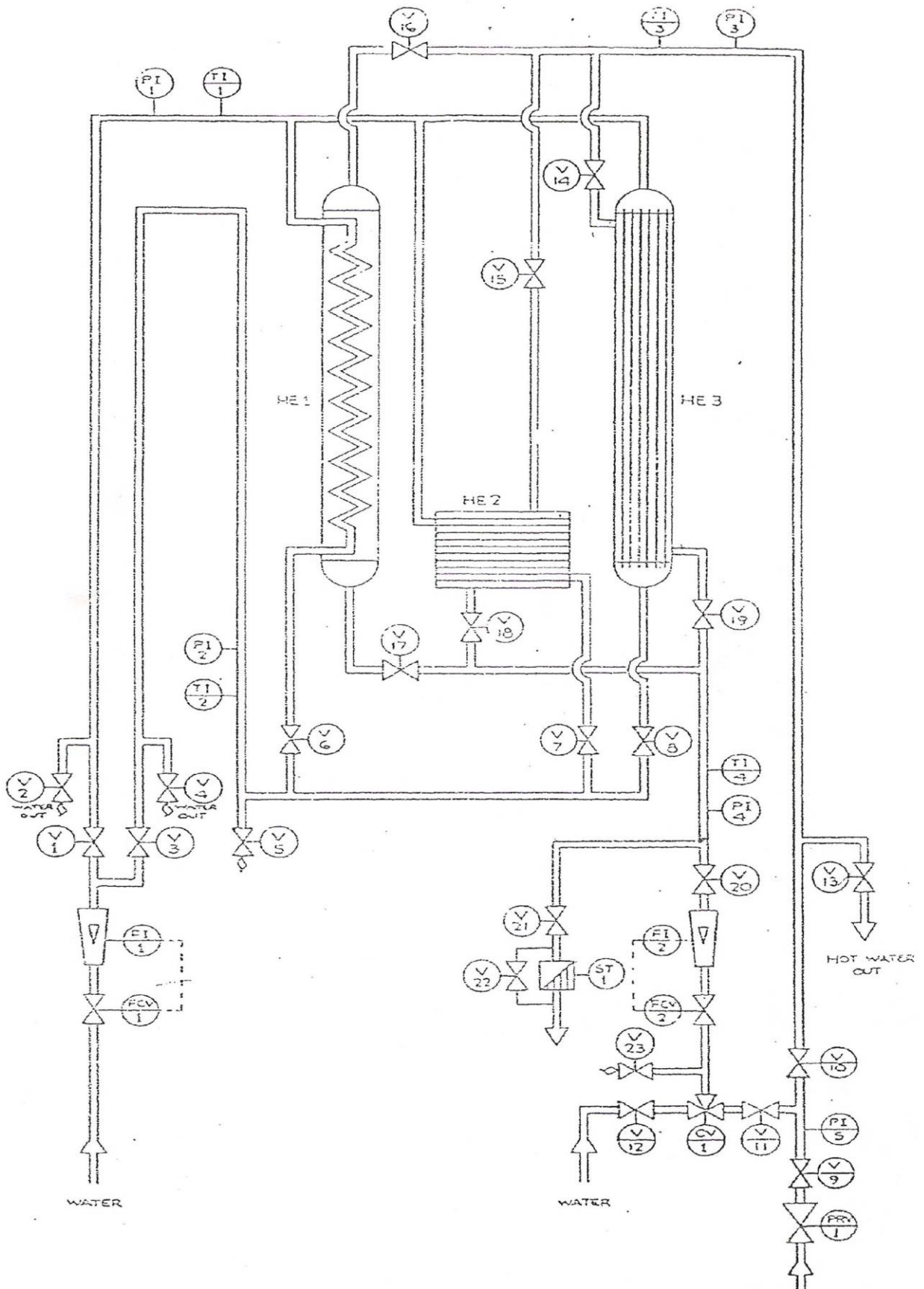
When the alloy heat exchanger (HE2) is used the cold water is passed through a series of parallel chambers. When the shell and tube type heat exchanger (HE3) is used the cold water is passed through the tubes.

b. Hot Water Flow

Hot water is produced by a boiler containing 3 sets of a 3,000 W electrical heater. Water enters the heater tank through the filling hose by opening water inlet valve and then passed to the heat exchanger under study through flowmeter FI.2. Within the heat exchanger, the hot water passes vertically upward to exit at the top and be recycled back to the heater tank through valve V13. Hot water passes through the shell side of both the coil in shell exchanger HE1 and shell and tube exchanger HE3 and through a series of parallel channels in the alloy heat exchanger HE2.

c. Steam Flow.

Steam from the mains supply is fed to the unit via a pressure reducing valve PRV1 to reduce its pressure to approx 1.7 bar g (25 psig) and introduced into the top of the heat exchanger under study. Steam is then condensed in the shell side of the respective heat exchanger and condensate emerges from its base to be discharged or collected from the steam trap ST1.



The plant specification

1. Process Equipment

- Coil in Shell Heat Exchanger HE1
 - Diameter, nominal bore 100 mm
 - Length, overall 610 mm
 - Heat transfer area (A_{in}) 0.5 m^2
 - Heat transfer area (A_{ex}) 0.217 m^2

- Alloy 316 Heat Exchanger HE2
 - Overall dimensions (L x B x H) 185 x 90 x 550 mm
 - Heat transfer area (A_{in}) 0.5 m^2
 - Heat transfer area (A_{ex}) 0.466 m^2
 - Distance between plates 3.0 mm
 - Flow cross section area/plate 0.032 m^2

- Shell and Tube Heat Exchanger HE3
 - Diameter, nominal bore 80 mm
 - Tube length 1000 mm
 - Tube diameter, internal 12 mm
 - Tube wall thickness 1.0 mm
 - Number of tubes 7
 - Number of baffles 3
 - Baffle spacing 236 mm
 - Heat transfer area (A_{in}) 0.5 m^2
 - Heat transfer area (A_{ex}) 0.254 m^2

2. Process Instrumentation

FI.1 Cold water flowmeter

Variable area type, range 0-10 liters/min

FI.2 Hot water flowmeter

Variable area type, range 0-10 liters/min

TI.1 Cold water inlet/outlet temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-120 ° c

TI.2 Cold water inlet/outlet temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-120 ° c

TI.3 Hot water outlet / steam inlet temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-200 ° c

TI.4 Hot water inlet / condensate temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-200 ° c

PI.1 Cold water inlet/outlet pressure gauge

Bourdon type, range 0-2.5 bar gauge

PI.2 Cold water inlet/outlet pressure gauge

Bourdon type, range 0-2.5 bar gauge

PI.3 Steam inlet/hot water outlet , pressure gauge

Bourdon type, range 0-2.5 bar gauge

PI.4 Steam supply pressure gauge

Bourdon type, range 0-4.0 bar gauge

3. Materials of Construction

A variety of materials have been used in the construction of this heat exchanger unit the major ones of which are

QVF Borosilicate glass	- HE1, HE3 and associated equipment
Alloy 316	- HE2
Copper	- Steam and water pipe lines
Brass	- Valves

Safety and Operating Procedures

1. Safety Instructions for Students

- i. Students must not carry out laboratory work without the supervision of a lecturer.
- ii. Plastic gloves and eye shields must be worn when handling corrosive liquids, and heat resistant gloves when adjusting steam valves.
- iii. All experiments involving a potential explosive hazard must be conducted behind special shields.
- iv. When working with solvents etc., ensure that the apparatus is adequately vented.
- v. All used solvents should be handed to the technician and not disposed of into drains or laboratory sinks.
- vi. Smoking is forbidden in all laboratories.
- vii. Safety helmets must be worn.
- viii. Services equipment (vacuum generators) must in no circumstances be started up by students.
- ix. Gas cylinders, when in use, should be adequately strapped bench and supported in the upright position, away from sunlight or flames. Ensure that cylinders are shut-off after use.
- x. Before using any chemical, ensure that you are familiar with its hazards and with emergency procedures.
- xi. If in doubt, ask the lecturer in charge.
- xii. If chemical spillage occurs, evacuate the laboratory in an orderly fashion.

1.1 Departmental Safety Schedule

FIRE

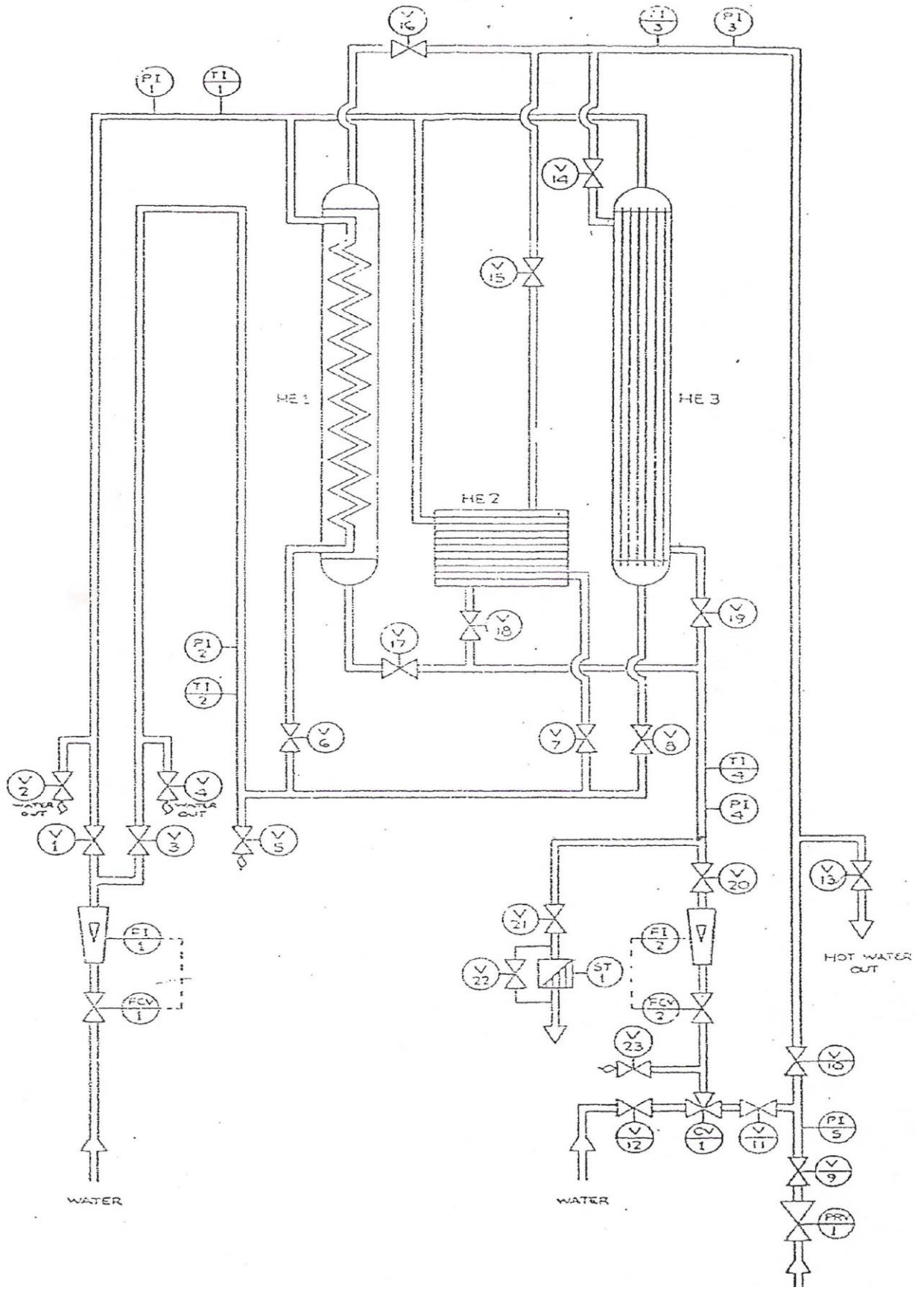
- (i) In the event of a serious outbreak of fire, it is the responsibility of All staff on the premises to ensure the safety of the students.
- (ii) Lecturers in charge of classes should, when the alarm sounds, accompany their student to a safe place outside the building taking class register to check that all students are safely out of the building.
- (iii) Technicians should take emergency safety precautions as necessary with operating equipment, e.g. switch off all nearest exit away from the fire.
- (iv) When building has been evacuated, lecturer on departmental duty should report to the Head of department that the building is clear.

GENERAL SAFETY

- (i) All hazardous chemicals must be kept (when not in use) in the chemical stores.
- (ii) No laboratory work can be conducted by students without the supervision of a lecturer. It is the duty of the lecturer conducting a practical class to ensure that all reasonable safety precautions are taken (in relation to the specific experiment carried out either by incorporation of safety instructions in the laboratory sheet, or by oral instruction if no formal laboratory sheet exists, e.g. use of plastic gloves and eye shields when handling corrosive liquids; shields in front of equipment where potential explosive hazards exist, etc.

In view of potential toxicity of solvent vapors etc., all laboratories should be adequately ventilated during experimental work. Check that vents to atmosphere are not blocked.

All used solvents must not be disposed of into drains or laboratory sinks.



2. General Start-up Procedure

2.1 Pre Start-up Checks

- (i) Inspect the equipment visually for glass breakage and/or Leakage. Replace or repair any defective items in accordance with the CTS 8 Installation and Maintenance Manual.
- (ii) Ensure cold water discharge lines, hot water discharge lines and condensate removal points are free of obstructions and correctly arranged.
- (iii) Complete the valve check list

<u>Cold Water Circuit</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>
FCV.1		x
V.1		x
V.2	x	
V.3		x
V.4	x	
V.5		x
V.6		x
V.7		x
V.8		x

<u>Steam/ Hot Water Circuits</u>		
FCV.2		x
V.11		x
V.12		x
V.13	x	
V.14		x
V.15		x
V.16		x
V.17		x
V.18		x
V.19		x
V.20		x
V.21	x	
V.22	x	
V.23		x

Steam Lines

V.9	x
V.10	x

2.2 Start-up Cold Water Circuit

- Action :- Set cold water valves for countercurrent or co-current operation.

	Co-current		Countercurrent	
	Open	Closed	Open	Closed
V.1		x	x	
V.2	x			x
V.3	x			x
V.4		x	x	

- Action :- Choose the heat exchanger to be operated and adjust the following valves.

	HE1		HE2		HE3	
	Open	Closed	Open	Closed	Open	Closed
V.6	x			x		x
V.7		x	x			x
V.8		x		x	x	

- Turn on cold water flow.

Safety Precautions

1. Do not open FCV.1 abruptly, open slowly to prevent a pressure surge occurring in the heat exchangers.
 - i. Check either V.2 or V.4 is open.
 - ii. Slowly open FCV.1 to allow cold water to flow through the heat exchanger.

Note : Any air seen to be trapped in the heat exchanger should be removed by slowly opening FCV.1 to its maximum for a few minutes, flush out this residual air and then throttled to provide the desired flow rate.

2.3 Start up Hot Circuit.

- Start up Steam

Safety Precautions

1. Do not open V.9 abruptly, open slowly to prevent a sudden surge of steam condensate to any of the heat exchangers.
2. Do not close V.22 until a steady flow of steam issues from the condensate drain.
3. Ensure that the steam drain is free from obstructions and that condensate can be removed safely.
4. Ensure that the steam trap operates effectively after steam has been applied to a heat exchanger and that there is no build up of condensate in the heat exchanger. If in doubt over the effectiveness of the steam trap, close the steam pressure control valve V.9 and follow the general shut down procedure before investigating the problem.
5. Do not allow the steam pressure to exceed 2.0 bar gauge.
6. Do not allow the cold water outlet temperature to exceed 90°C .When steam is applied to a heat exchanger, continually monitor TI.1/TI.2 and either increase cold water flowrate or reduce steam pressure to reduce the cold water outlet temperature if necessary.

Action : - Set Steam on to Heat Exchanger

- i. Ensure valves V.21, V.22 are open and that there is no water in the steam side of the heat exchanger to be operated. Should there be any water present ensure this is drained out by opening valves V.17, V.18, V.19
- ii. Choose the heat exchanger to be operated and check the position of the following valves and adjust if necessary.

	Reboiler H.E.		Alloy 316 H.E.		Shell and Tube H.E.	
	HE1		HE2		HE3	
	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>
V. 10	x		x		x	
V. 11		x		x		x
V. 14		x		x	x	
V. 15		x	x			x
V. 16	x			x		x
V. 17	x			x		x
V. 18		x	x			x
V. 19		x		x	x	
V. 20		x		x		x
V. 21	x		x		x	
V. 22	x		x		x	
V. 23		x		x		x

- iii. Partially open the steam pressure control valve V.9
 - iv. Following the initial surge of condensate, and when a steady flow of steam issue from the condensate drain, close V.22
 - v. Monitor the steam pressure gauge PI.5 and adjust the steam control valve V.9 to provide the desired steam pressure (do not exceed 2 bar gauge)
 - vi. Allow the system to operate for 5-10 mins to establish equilibrium conditions and then take the necessary readings.
- Start up hot water circuit

Safety Precautions

1. Do not attempt to start up the hot water flow while steam is being supplied to any heat exchangers. This is most important. Always ensure that the steam supply to the heat exchangers is fully isolated before starting hot water.
2. Do not open PCV.2 abruptly, open slowly to prevent a pressure surge on the heat exchangers.
3. Do not allow the water pressure to exceed 1.4 bar g maximum as indicated on PI.4.
4. Do not allow the hot water temperature as shown on TI. 4 to exceed 85°C. To reduce the hot water temperature turn the temperature control dial on CV.1 anti – clockwise. Adjustments should only be made in small increments to this dial.
5. Ensure the hot water discharge drain is free from obstructions.

Action : - Start up Hot Water Circuit.

- i. Close valve V.10 This is the most important.
- ii. Turn the temperature control dial on CV.1 completely anti – clockwise until it will go no further.
- iii. Choose the particular heat exchanger to be operated and adjust the following valves as necessary.

	Reboiler H.E.		Alloy 316 H.E.		Shell and Tube H.E.	
	HE1		HE2		HE3	
	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>
PCV.2		x		x		x
V. 10		x		x		x
V. 12	x		x		x	
V. 13	x		x		x	
V. 14		x		x	x	
V. 15		x	x			x
V. 16	x			x		x
V. 17	x			x		x
V. 18		x	x			x
V. 19		x		x	x	
V. 20	x		x		x	
V. 21		x		x		x
V. 22	x		x		x	
V. 23		x		x		x

- iv. Slowly open PCV.2 to establish the flow of water through the desired heat exchanger. Open PCV.2 fully and then leave for 1-2 minutes in order to remove as much entrapped air as possible from the heat exchanger under test. Close PCV.2 to give the desired flowrate on PT2.
- v. Slowly open valves V.9 and V.11 to allow steam into the mixing valve CV.1
- vi. Slowly turn the temperature dial on CV.1 clockwise until the temperature reading on TI.4 is 70-80°C.

General Shut-down Procedure

1. Shut down Hot Side of Heat Exchangers.

1.1 Shut down Hot Water Circuit.

i. Close PCV.2, V.12, V.11, V.9

- Shut down steam circuit.

Safety precautions

(a) Do not open the steam trap by – pass valve V.22 before closing the steam pressure control valve V.9

(b) Ensure that the steam trap condensate drain hose is safely positioned before opening V.22.

Action : - Isolate steam supply.

i. Close the steam pressure control valve V.9

ii. Allow the heat exchanger a few minutes to cool down and then carefully open the steam trap by – pass valve V.22.

1.2 Shut down Cold Water Side of Heat Exchangers.

- Safety Precautions

(a) Only shut off the cold water supply to the unit after the steam supply to the unit has been isolated.

Action : - Isolate cold water supply.

i. Ensure steam supply is isolated to unit ; if not, do it now see 9.4.3.1.2

ii. Close FCV.1

The shut down procedure is now complete with the equipment in a conditions which may be left safely.

General Operation Instructions

1. Water Flowrate Control

Flowrate of cold and hot water can be adjusted using the flow control valves PCV.1 and PCV.2 respectively. Adjustments should be slowly and smoothly, and the system allowed 5-10 mins to equilibrium conditions before taking readings.

2. Reversing the Flow Direction of Cold Water

This can be done quite simply while the unit is operational.

- Safety Precautions

- a) To avoid excessive pressure occurring in the heat exchangers leading to possible damage ensure that valves are opened and closed strictly in the order given.
- b) The valve changing sequence outlined below, once started, should be completed with the minimum of delay between each successive step.

2.1 Changing from Co-current (+) to Counter-current (+) Flow

- i. Close V.1, Open V.2.
- ii. Close V.4, Open V.3.

2.2 Changing from Counter-current (+) to Co-current (+) Flow

- i. Close V.3, Open V.4.
- ii. Close V.2, Open V.1.

2.3 Changing between Steam and Hot Water Operations

- Safety Precautions

- (a) When steam and water mix, violent water hammer can result. If this happens within any of the heat exchangers, damage will almost certainly occur. Because of this potential hazard it is not recommended that the steam and hot water be interchanged while the unit is in operation. In order to affect a change it is recommended that the unit first be shut down before the change from steam to hot water or hot water to steam is made.

4. Draining the equipment

It is recommended that the equipment be completely drained at the end of each experimental session.

4.1 Drain the Hot Side

a. Steam Operation.

- i. After completing the general shut down procedure 9.4.3.2 and after the unit cooled down, open valve V.13. Drain all heat exchangers by opening valves V.17, V.18 and V.19.

b. Hot Water Operation.

- i. After completing the general shut down procedure 9.4.3.1 open valves V.21 and V.22 and drain all heat Exchangers by opening valves V.17, V.18 and V.19.
- ii. When all the heat exchangers have drained, open valves V.11, V.23.

4.2 Drain the Cold Side

- i. open valves V.2, V.4 and V.5 and ensure V.6, V.7 and V.8 are all open in order to drain all the heat exchangers.

HEAT EXCHANGER UNIT

EXPERIMENT 1

Objectives

- i) The determination of heat losses from external heat exchanger surfaces.
- ii) The evaluation of the Overall Heat Transfer Coefficient for heat losses to atmosphere for various types of heat exchanger and materials of construction.

Background

Heat losses to atmosphere from any item of process plant equipment in a chemical plant represent an irrecoverable loss of energy, and provides a direct indication of the energy efficiency of the process. Additional energy input, in the form of heat e.g. extra steam, is necessary to overcome the effect of these losses and obviously this incurs additional cost. In the past, when energy costs could virtually be ignored, no particular emphasis is attached to these heat losses, but now, in today's energy intensive world with its high cost of energy, the situation is very different.

Heat losses to atmosphere are reduced through the extensive use of lagging, but even here an economic comparison must be made between the cost of lagging and the resultant savings in heat losses, in order to determine the optimum lagging thickness.

Consequently, the modern engineer must be able to predict and assess the effects of heat losses on a process, preferably at the design stage, in order to specify the optimum amount of lagging. Heat losses to atmosphere from plant items normally occur by natural convection and can be characterized by the value of the overall heat transfer coefficient through the external wall to atmosphere. In this experiment, the actual rate of heat loss and overall heat transfer coefficient from the exchanger to atmosphere are determined for several different types of unlagged heat exchanger.

Method

READ ALL OPERATING INSTRUCTIONS FIRST AND RE-READ SECTION 9.4 IN YOUR STUDENT MANUAL TO ENSURE THAT YOU FULLY UNDERSTAND ALL SAFETY PRECAUTIONS AND OPERATING INSTRUCTIONS.

Do not start up without permission from your supervisor.

1. Choose the heat exchanger to be operated and complete pre-start-up checks.
2. Set steam on to heat exchanger at a pressure of approx 0.35 bar gauge (5 psig) on PI .3
3. Allow 5-10 minutes for the system to reach equilibrium and then record values of temperatures, pressure and condensate flow rate.
4. Increase the steam pressure PI.3 in increments of approx 0.35 bar gauge (5 psig); allow the system sufficient time to reach equilibrium and take readings as in ii. Repeat until 5 or 6 sets or reading have been taken.
5. Shut down the heat exchanger
6. Repeat the experiment for the other two heat exchangers by following the steps (i)-(v) above for each of the heat exchangers.

Questions and Tasks

- Q1 Draw a diagram of the apparatus.
- Q2 Describe the experiment in your own words.
- Q3 Calculate the heat input to each heat exchanger (Q_R) for each steam pressure.
- Q4 Show by means of a simple heat balance why $Q_R = Q_L$ where Q_L is the heat loss from the external surface area of the heat exchanger.
- Q5 Draw a graph of steam pressure against steam condensate rate, and for each heat exchanger comment upon :-
- i. the relationship between steam pressure and steam condensate rate
 - ii. the relationship between steam condensate rate from each heat exchanger when operated at a constant steam pressure.
- Q6 For a typical heat exchanger draw the expected temperature profiles
- i. through the external heat exchanger wall
 - ii. along the length of the heat exchanger

For each steam pressure, determine the steam temperature T_s and calculate the temperature driving forces for heat loss $(T_s - T_{air})$, where T_{air} is the ambient air temperature.

Q7 $Q_R = UA_{ex} (T_s - T_{air})$, where U is the overall heat transfer coefficient, and A_{ex} is the external heat transfer area of

Explain why a graph of Q_R vs $(T_s - T_{air})$ is a straight line, has a positive slope and passes through the origin.

Q8 Draw a graph of Q_R vs $(T_s - T_{air})$ and, hence, calculate the overall heat transfer coefficient for each heat exchanger given the following :

$$A_{ex} \text{ for the reboiler heat exchanger} = 0.217 \text{ m}^3$$

$$A_{ex} \text{ for the shell and tube exchanger} = 0.254 \text{ m}^2$$

$$A_{ex} \text{ for the alloy 316 heat exchanger} = 0.15 \text{ m}^2$$

Q9 The equation for the heat flow through a thick walled pipe can be applied to the heat flow, by conduction, through the external glass walls of the reboiler and shell and tube heat exchanger.

Derive the expression for heat flow through a thick walled pipe.

$$Q = \frac{2\pi r_m k L (T_1 - T_2)}{(r_2 - r_1)}$$

where r_1 = internal pipe radius (m)

r_2 = external pipe radius (m)

L = length of pipe (m)

T_1 = inside surface temperature of pipe ($^{\circ}\text{K}$)

T_2 = outside surface temperature of pipe ($^{\circ}\text{K}$)

k = thermal conductivity of pipe wall material (w/m k)

r_m is the log mean radius for heat flow (m) and is given by

$$r_m = \frac{(r_2 - r_1)}{\ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right)} \quad (\text{m})$$

Q10 (a) Derive the equation for the heat loss from the surface of a heat exchanger, namely :

$$Q = \frac{(T_s - T_{air})}{\frac{1}{h_s A_m} + \frac{(r_2 - r_1)}{2\pi r_m k L} + \frac{1}{h_{air} A_{ex}}}$$

- where A_{in} = internal surface area of the heat exchanger (m^2)
 A_{ex} = external surface area of the heat exchanger (m^2)
 h_s = heat transfer coefficient from steam to inside surface of the heat exchanger
(w/ m^2K)
 h_{air} = heat transfer coefficient from the outside surface of the heat exchanger of air
(w/ m^2K)

- (b) Assuming that $A_{in} = A_{ex} = A_m = 2\pi r_m L$ then derive the general relationship for heat loss from an exchanger

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_s} + \frac{\text{wallthickness}}{k} + \frac{1}{h_{air}}$$

- Q11 Using you calculated values for the overall heat transfer coefficients from Q8, and the equation in Q10 (b) comment on the relative magnitude of h_s and h_{air} and their effect on U.
- Q12 The value of Q_R as determined in Q3 is not completely accurate since the steam feed to the heat exchanger may be wet. How will the entrainment of water in the steam feed affect the calculated values of U?
- Q13 (a) Calculate the fraction of Q_R actually transferred to the surroundings as a heat loss ,when Q_R is calculated from the measured steam condensate rate, if steam to the heat exchanger contain 0.1 % by volume of water at a pressure of 0.4 bar g. (At this pressure steam volume is 1.225 m^3/kg and assume that the s.g. of water is 1.0)
- (b) Using the results from (a) re-determine the overall heat transfer coefficients.

HEAT EXCHANGER UNIT

EXPERIMENT 1

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

HEAT EXCHANGER UNIT

Heat Exchanger	PI5 (bar g)	PI3 (bar g)	TI3 (°C)	T _{Air} (°C)	Steam Condensate (cm ³ /min)

EXPERIMENT 2

Objectives

To compare the heat transfer capabilities of a coil type heat exchanger, a stainless steel plate heat exchanger and a shell and tube type heat exchanger by evaluating the overall heat transfer coefficient when hot water and cooling water are used as heat source and sink, respectively.

Background

The rate of heat transfer in a heat exchanger is given by the familiar equation

$$q = UA\Delta T_{lm}$$

where q = Rate of heat transfer
 U = Overall heat transfer coefficient
 A = Area over which heat transfer takes place
 ΔT_{lm} = Log mean temperature difference

From this, it is evident that the rate of heat transfer q is directly proportional to the value of the overall heat transfer coefficient U . However, U is itself dependent on such things as the flow conditions of the fluids within the heat exchanger (i.e. laminar or turbulent), the material of construction and thickness of the heat exchanger wall, the design of the heat exchanger even the number of baffles and baffle spacing in shell and tube heat exchangers affect the value of the overall heat transfer coefficient. In short, the performance of any heat exchanger as characterized by the value of the overall heat transfer coefficient can be seen to be a function of both fluid flow conditions and also the physical design, layout and materials of construction of the heat exchanger.

This experiment examines three heat exchangers of differing designs and materials of construction but all with identical areas for heat transfer – 0.5 m^2 – thus allowing direct comparison and also determines the U value for these heat exchangers for the situation whereby heat is transferred from hot water to cold water. Comparisons of the U values can then be made.

Method

READ ALL OPERATING INSTRUCTIONS FIRST AND READ SECTION 8 IN YOUR STUDENT MANUAL TO ENSURE THAT YOU FULLY UNDERSTAND ALL SAFETY PRECAUTIONS AND OPERATING INSTRUCTIONS.

DO NOT START UP WITHOUT PERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR.

- i) Choose the heat exchanger to be operated and complete the pre-start up checks.
- ii) Start up cold water circuit for counter current operation with a flow rate of 2 liters/min
- iii) Turn on the heater and set 3 values of constant temperature between 55-70 C.
- iv) Allow the system to reach equilibrium and then take temperature, pressure, flow rate readings and measure the condensate rate.
- v) Repeat the instructions (iii) and (iv) for increased water flow rates up to 10 liters/min. Take 6 or 7 sets of readings in total.
- vi) Shut down the heat exchanger
- vii) Repeat the whole experiment for the other two heat exchangers.

HEAT EXCHANGER UNIT

EXPERIMENT 2

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

HEAT EXCHAGER _____

FLOW DIRECTION _____

TIME

COLD WATER

FI1 l/min _____

PI1 bar g _____

PI2 bar g _____

TI1 °C _____

TI2 °C _____

HOT WATER

FI2 /min _____

PI3 bar g _____

PI4 bar g _____

TI3 °C _____

TI4 °C _____

AIR

T_{air} °C _____

Questions and Tasks

- Q1. Draw a diagram of the apparatus.
- Q2. Describe the experimental procedure in your own words.
- Q3. Calculate the heat transferred to the cold water, Q_c and the heat input to the heat exchanger, Q_R , for each experimental result.
- Q4. Show, by means of a simple overall heat balance, why Q_R does not equal Q_c .
- Q5. Draw a graph of Q_c against Q_R and explain why this graph is a straight line, does not pass through the origin, has a positive slope and negative intercept on the Q_c axis. What is the value of this intercept and what does it represent?
- Q6. (a) Draw the expected temperature profiles :-
- i) through the heat exchanger external wall and
 - ii) along the length of the heat exchanger external wall (plot T_h and T_{air} against % distance along heat exchanger)
- (b) Derive the relationship

$$Q_R - Q_C = U_{ex} A_{ex} \left[\frac{(T_{hi} - T_{ho})}{\ln \frac{(T_{hi} - T_{air})}{(T_{ho} - T_{air})}} \right]$$

where T_{hi} is the inlet temperature of hot water,
 T_{ho} is the outlet temperature of hot water,
 T_{air} is the ambient temperature,
 U_{ex} is the overall heat transfer coefficient from steam to air and
 A_{ex} is the external heat transfer surface area of the heat exchanger.

- (c) Calculate the overall heat transfer coefficient between steam and air if :-

$$A_{ex} \text{ for the reboiler heat exchanger HE1} = 0.217 \text{ m}^2$$

$$A_{ex} \text{ for the alloy 316 heat exchanger HE2} = 0.466 \text{ m}^2$$

$$A_{ex} \text{ for the shell and tube heat exchanger HE3} = 0.254 \text{ m}^2$$

- Q7. Draw the expected temperature profiles :-
- between hot water and cold water through the heat exchanger internal wall.
 - for the expected temperature variation of the hot and cold fluids as they pass through the heat exchanger (plot T_h and T_c against % distance along heat exchanger)
- Q8. For each cold water flow rate, determine
- the temperature driving forces for heat transfer at the inlet and outlet of the heat exchanger ΔT_1 and ΔT_2 respectively
 - show log mean temperature driving forces
 - determine the log mean temperature driving force ΔT_{lm}
- Q9. Draw a graph of Q_c (as evaluated in Q3) against the log mean temperature driving forces (as determined in Q10). Explain why this graph is a straight line, has a positive slope and passes through the origin. Also, determine U_{in} .
- Q10. How would you expect the efficiency of heat transfer between hot water and cold water to be affected if the direction of flow of the cold water is reversed?

BOILING AND CONDENSATION HEAT TRANSFER

Objective

1. To demonstrate the three modes of boiling
2. To determine heat flux and surface heat transfer coefficient at constant pressure
3. To demonstrate the filmwise condensation and measure the overall heat transfer coefficient

Introduction

Boiling and condensation are vital link in transfer of heat from a hot to a colder region in countless application, e.g. thermal and nuclear power generation in steam plants, refrigeration, fining, heat transmission, etc.

Boiling Heat Transfer:

When a liquid at saturation temperature is in contact with the surface of (usually metal) at a higher temperature, heat is transferred to the liquid and phase change (evaporation) of some of the liquid occurs.

The nature and rate of this heat transfer changes considerably as the temperature difference between the metal surface and the liquid is increased.

Although “boiling” is a process familiar to everyone, the production of vapor bubbles is a very interesting complex process.

Due to surface tension, the vapor is at a higher pressure than the surrounding liquid. The pressure difference increases as the diameter of the bubble decreases, and is insignificant when the bubble is large.

However, when the bubble is minute, an appreciable pressure difference exists. (An analogy may be drawn with the inflation of a child’s balloon that it is difficult to inflate when the balloon is small, but it becomes much easier as the diameter increases.)

The pressure inside a bubble is the vapor pressure corresponding with the temperature of the surrounding liquid. Thus, when no bubbles exit (or are very small) it is possible for the liquid temperature in the region of the heat transfer surface to be well above the temperature of

the bulk of the liquid. (This will be close to the saturation temperature corresponding with the pressure at the saturation temperature corresponding with the pressure at the *free liquid-vapor interface*.)

The formation of bubbles normally associated with boiling is influenced by the foregoing.

Convective Boiling:

When the heating surface temperature is slightly hotter than the saturation temperature of the liquid, the excess vapor pressure is unlikely to produce bubbles. The locally warmed liquid expands and convection currents carry it to the *liquid-vapor interface where evaporation takes place* and thermal equilibrium is restored. Thus, in this mode, evaporation takes place at the liquid surface with small temperature differences and no bubble formation. In the case that the temperature is lower than the boiling point, it is only evaporation and not the boiling yet. When boiling actually occurs by other modes, convective boiling happens in parallel to but is masked by another mode of boiling. Thus convective boiling cannot be seen by just looking.

Nucleate Boiling:

As the surface becomes hotter, the excess of vapor pressure over local liquid pressure increases and eventually bubbles are formed. These occur at nucleating point on the hot surface where minute gas pockets, existing in surface defects form the nucleus for the formation of a bubble.

As soon as a bubble is formed, it expands rapidly as the warmed liquid evaporates into it. The buoyancy detaches the bubble from the surface and another starts to form.

Nucleate boiling is characterized by vigorous bubble formation and turbulence. Exceptionally high heat transfer rates and heat transfer coefficients with moderate temperature differences occur in nucleate boiling, is nearly always in this mode.

Film Boiling:

Above a critical surface-liquid temperature difference, it is found that the surface becomes “vapor locked” and the liquid is unable to wet the surface. When this happens, there

is a consideration reduction in heat transfer rate and if the heat input to the metal is not immediately reduced to match the lower ability of the surface to transfer heat, the metal temperature will rise until radiation from the surface plus the limited film boiling heat transfer, is equal to the energy input.

If the energy input is in the form of work (including electrical energy) there is no limit to the temperature which could be reached by the metal and its temperature can until a failure or a “burn out” occurs. If the source is radiant energy form, for example, a combustion process, a similar failure can occur, and many tube failures in the radiant section of advanced boilers are attributed to this cause.

Immersion heaters must obviously be designed with sufficient area so that the heat flux never exceeds the critical value.

The consequences of a “burn out” in a nuclear power plant will be readily appreciated.

Condensation Heat Transfer:

Condensation of a vapor onto a cold surface may be “filmwise” or dropwise”.

When filmwise condensation occurs, the surface is completely wetted by the condensate and condensation is into the outer layer of the liquid film, the *heat passing through the film* and into the surface largely by conduction.

By *treating a surface* with a suitable compound it may be possible to promote dropwise condensation. When this occurs the surface is not wetted by the liquid and the surface become covered with beads of liquid which coalesce to form drops which then fall away leaving the surface bare for repetition of the action.

Heat transfer coefficients with dropwise condensation are much higher than with filmwise owing to absence of the liquid film.

Boiling and condensation heat transfer are indispensable links in the production of power , all types of refining and chemical processes, refrigeration, heating systems, etc.

Apparatus

Useful Data:

Dimension of heating surface	:	Effective length = 29.5 mm. Diameter = 12.7 mm. Surface area = 0.0013 m^2 (including area of end)
Condenser surface area	:	0.032 m^2
Maximum permitted surface temperature	:	$220 \text{ }^\circ\text{C}$
Heater cut out temperature	:	$170 \text{ }^\circ\text{C}$
Fluid : R 11 Trichloro- fluoromethane		
Specific heat capacity of water ($C_{p,w}$)	:	$4.18 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

The apparatus diagram and picture are shown in Figure 1.

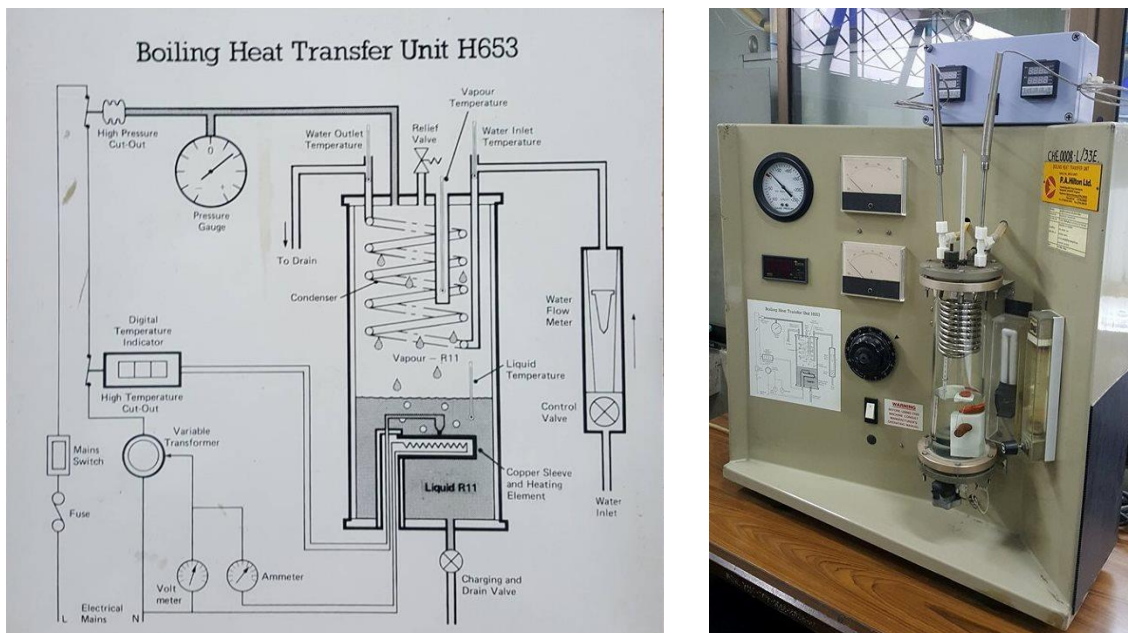


Figure 1 The apparatus for Boiling and Condensing Heat Transfer experiment.

Instrumentation:

Voltmeter and Ammeter	:	To measure electrical input to the heating element. Ranges 0 to 250 V and 0 to 3 A respectively.
Temperature Indicator	:	Single point digital temperature indicator with 1.0°C resolution to indicate the temperature of the surface of the heating element. The measuring element is thermocouple.
Thermocouples	:	Measure water inlet and outlet temperature
Glass Thermometers	:	To measure (i) R11 liquid temperature (ii) R11 vapor temperature
Pressure Gauge	:	Range -100 to +250 kN/m^2 gauge to indicate pressure in chamber.
Water Flow Meter	:	Tapered glass tube type with stainless steel float and control valve. Range 0 to 50 $gm. s^{-1}$

Safety**High Temperature cut-out:**

The digital temperature indicator incorporates a high temperature relay which is set to interrupt the electrical supply to the heater when metal surface temperature rises above 170 °C.

Pressure cut-out:

This is to interrupt the electrical input if chamber pressure exceeds 220 kNm^{-2} gauge.

Pressure Relief valve:

The pressure relief valve is fitted to the chamber set to discharge vapor from the chamber when pressure exceeds 250 kNm^{-2} gauge.

EXPERIMENT

1. Visual Demonstration of the three modes of boiling

Turn on the electrical and water supplies and adjust both to low setting.

Allow the digital thermometer to stabilize. Observe this and the liquid temperature at frequent intervals.

Carefully watch the liquid surrounding the heater. Convection currents of liquid will be observed, and at the same time liquid will be seen to collect and drip on the condenser coils, indicating that evaporation is proceeding at though at low rate. Increase the wattage in increments, keeping the vapor pressure at any desired constant value by adjusting the cooling water flow rate. When the temperature reaches the saturation temperature, the convective heat transfer evaporation changes to convective boiling with more of liquid dripping on the condenser coil.

Nucleate boiling will soon start and will increase until vigorous boiling is seen. At the power input between 200 and 300 Watts, the resulting metal–liquid temperature difference will be high. The nature of the boiling will be seen to change dramatically and at the same time the metal–liquid temperature difference will rise quickly.

The rate of evaporation falls to a low level and the water flow rate must be reduced to maintain a steady pressure. The electrical input should now be reduced to about 60 Watts. Careful examination of the heater surface will show that it is now enveloped in an almost unbroken film of vapor and this is this is the cause of the reduced heat transfer rate.

The electrical power input should now be reduced to zero. It will be found that as the metal–liquid temperature difference falls to about 40 K the boiling suddenly becomes vigorous as film boiling reverts to nucleate boiling.

Convective boiling also occurs while nucleate boiling or film boiling is going on.

2. Determination of heat flux and surface convective heat transfer coefficient at constant pressure

Adjust the electric heater to about 30 Watts and adjust the water flow rate until the desired pressure is reached. Note the voltage, current, vapor pressure, liquid temperature and metal temperature. Increase the power to say 50 Watts, adjust the cooling water flow rate to give the desired pressure and when steady, wait 5 minutes then repeat the observation

Repeat in similar increment until the transition from nucleate to film boiling is reached. By careful adjustment of voltage near this condition it is possible to make an accurate assessment of critical conditions. When film boiling is established the voltage should be reduced and the readings continued until the heater temperature reaches 170°C . Enter result into the table 1.

3. Effect of pressure on critical heat flux

The method is similar to that the given under (2) but by careful adjustment of the power and water flow rate, the heat flux at transition from nucleate to film boiling at a variety of pressures may be established

4. Filmwise condensation

The filmwise condensation which occurs with R11 can be clearly seen, and the resistance offered by the liquid is readily incorporated.

The overall heat transfer coefficient between the condensing vapor at the desired pressure and the cooling water may be found as follows:

Adjust the voltage and water flow rate until the desired pressure and condensing rate is established. When conditions are stable, note the water flow rate, water inlet and outlet, and R11 temperature in Table 3. This should be repeated at other water flow rates.

During Use

Control the saturation pressure to the desired value :

- (a) Variation of the cooling water flow rate (or temperature)
- (b) Variation of the power supplied to the heater.

After Use

Always:

- (a) Switch off the electrical supply and disconnect from the mains
- (b) Circulate cooling water until pressure has fallen to atmospheric

Experimental data

Table 1 Data for calculating boiling heat flux and heat transfer coefficient

NO	Voltage, E (Volt.)	Currant, I (Amp)	Liquid Temp, T_l (°C)	Metal Temp., T_m (°C)	Vapor Pressure (kN/m ² gauge)
1	20				
2	35				
3	50				
4	60				
5	70				
6	80				
7	90				
8	100				
9	110				
10	115				
11	120				
12	125				

Table 2 Heat flux and heat transfer coefficient.

Heat Transfer Rate $Q = EI$ (Watt)	Heat Flux $q = Q/A$ (kW/m ²)	Temperature Difference $\Delta T = T_m - T_l$ (K)	Surface Convective Heat Transfer coefficient $h = q/\Delta T$ (kW/m ² .K)

Interpretation

1. Enter and calculate the data from Table 1 into 2.
2. From the experiment number 2, plot the heat flux as a function of T and explain the graph.
3. From the experiment number 2, plot the surface convective heat transfer coefficient as a function of T and explain the graph.
4. From the experiment number 3, calculate the overall heat transfer coefficient for each water flow rate.

Discussion

Table 3 Data for Calculating condensation overall heat transfer coefficient (U)

Cooling Water Flow Rate, m_w , (kg/hr)					
Water Inlet Temperature, T_i , (°C)					
Water Outlet Temperature, T_o , (°C)					
Saturation Temperature of R11, T_s , (°C)					
Voltage, E , (V)					
Current, I , (A)					
Vapor Pressure, (kN/m ² gauge)					

Equation for calculating overall heat transfer coefficient

Heat transfer rate at cooling coil, Q_w

$$Q_w = m_w C_P (T_o - T_i)$$

Heat transfer rate from heater, Q_e

$$Q_e = E I$$

Logarithmic Mean Temperature Difference, ΔT_{lm}

$$\Delta T_{lm} = \frac{(T_s - T_i) - (T_s - T_o)}{\ln\left(\frac{T_s - T_i}{T_s - T_o}\right)}$$

Overall heat transfer coefficient,

$$U = \frac{Q_w}{\Delta T_{lm}}$$

DATA SHEET, Boiling and Condensation Heat Transfer

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Table 1 Data for calculating boiling heat flux and heat transfer coefficient

N o.	Voltage, <i>E</i> (Volt.)	Current, <i>I</i> (Amp)	Liquid Temp, <i>T_l</i> (°C)	Metal Temperature, <i>T_m</i> (°C)	Vapor Pressure (kN/m ⁻² gauge)	Boiling Phenomena
1	20					
2	35					
3	50					
4	60					
5	70					
6	80					
7	90					
8	100					
9	110					
10	115					
11	120					
12	125					

Lab Instructor Signature

Table 3 Data for Calculating condensation overall heat transfer coefficient (*U*)

Cooling Water Flow Rate, m_w , (kg/hr)					
Water Inlet Temperature, T_i , (°C)					
Water Outlet Temperature, T_o , (°C)					
Saturation Temperature of R11, T_s , (°C)					
Voltage, E , (V)					
Current, I , (A)					
Vapor Pressure, (kN/m ² gauge)					
Condensation phenomena at condenser coil and tank wall					

Lab Instructor Signature

BUBBLE TRAY AND FIXED BED DISTILLATION

Objectives

1. To determine the number of theoretical plates within the column using the method of McCabe and Thiele. (For the bubble-cap column only)
2. To determine the Murphree Plate Efficiency. (For the bubble-cap column only)
3. To demonstrate the effect which variations in reflux ratio have upon the distillate composition. (For both columns)
4. To compare the separation efficiency of a bubble-cap and packed columns.

Background

If vapor leaving a distillation plate has a composition which is in equilibrium with the liquid on that plate, then it is called a theoretical plate. In packed columns which contain no plates, the term height equivalent to a theoretical plate, HETP, is used and defined as that length of packed column where the vapor composition leaving that section is in equilibrium with the liquid concentration leaving that section.

In order to design a distillation column, one needs to know how many theoretical plates are required for the duty, in order either to determine the length of packed column needed or to calculate the number of actual plates required from knowledge of the plate efficiencies. In this experiment, the number of theoretical plates within the column will be determined using the methods of McCabe and Thiele at different vapor throughputs and a fixed reflux rate.

The reflux ratio is the major variable used in industry to control the product composition from a distillation process. The reflux is defined as the ratio of the amount of condensate returned to the column to the amount of condensate removed as product. Changing the reflux ratio alters the composition of the distillate, distillate composition being determined from temperature-dewpoint data using TI.1. Since reflux liquid is returned to the column through RI.1A and product distillate passes through RI.1B, the reflux ratio is given by RI.1A/ RI.1B.

5. APPLICATION OF MASS BALANCES TO THE BATCH DISTILLATION PROCESS

Two graphical methods are available to determine relationships between the number of theoretical plates, reflux ratio, liquid/vapour ratios and distillate compositions occurring during the process of distillation. The first of these, the method of McCabe and Thiele, involves simplifying assumptions and uses essentially mass balances only whilst the method of Ponchon and Savarit is rigorous but requires the use of both heat and mass balances for its solution.

5.1 McCabe and Thiele

The simple application of the McCabe and Thiele method relies upon three assumptions.

I The latent heats of vaporisation (and hence condensation) are identical for the components in the binary mixture.

This assumption is approximately true for many substances, only when molal latent heats are considered and is the reason why the McCabe and Thiele method will be developed using molal mass balances.

The consequence of this assumption is that the number of moles of vapour which condense must equal the same number of moles of liquid which vaporise and so the molal liquid and vapour rates throughout the column must be constant (although weight and volume rates will vary considerably). Therefore, the 'operating line,' or the relationship between liquids and vapours as they pass each other, as we shall see later, is a simple straight line on the y versus x diagram.

II Heat losses are negligible

If this were not the case then heat loss would condense some vapour and would change the molal flow rate within the column.

III Heats of solution are small and constant

Again if this were not the case the molal flow rates would vary. Fortunately, for many substances heats of solution are an order of magnitude less than latent heats and can be ignored.

The distillation process is shown diagrammatically in Figure 5-1.

NOTE:

Theoretical plates are numbered from the top of the distillation column. The composition of liquid or vapour streams leaving a theoretical plate (or that section of packed column required to give the same change in liquid composition as one step on the temperature composition diagram) are given the suffix of the theoretical plate concerned.

The condenser is a total condenser and removes only the latent heat from the overhead vapour of mole fraction y_1 , and provides a liquid at its boiling point which is divided into reflux and distillate: by definition $y_1 = x_D = x_0$. The distillate rate is D moles/hour.

The molal ratio of reflux to distillate withdrawn is known as the reflux ratio. Thus the reflux ratio, $R, = L/D$.

A liquid rate of L moles/hr falling through each theoretical plate, and the vapour rate V moles/hr rising through each theoretical plate are assumed to be constant, but compositions of the vapour and liquid change at each theoretical plate.

However, the composition y_n of the vapour leaving the n^{th} theoretical plate is in equilibrium with the liquid of composition x_n leaving the same theoretical plate. Thus the point (y_n, x_n) on y, x co-ordinates falls on the equilibrium curve.

A total mass balance for the envelope I is

$$V = L + D$$

since

$$R = L/D \quad \text{or} \quad L = RD$$

then

$$V = D(R + 1)$$

A mass balance for component B only, yields

$$Vy_{n+1} = Lx_n + Dx_D$$

Thus the enriching section operating line (relationship between liquid and vapours as they pass one another between theoretical plates) is given by

$$y_{n+1} = \frac{L}{V} x_n + \frac{D}{V} x_D$$

$V = L + D$ by the overall mass balance and thus

$$y_{n+1} = \frac{L}{L + D} x_n + \frac{D}{L + D} x_D$$

Dividing the top and bottom expressions of the right hand side of the above equation by D gives.

$$y_{n+1} = \frac{L/D}{L/D + D/D} x_n + \frac{D/D}{L/D + D/D} x_D$$

This is obtained by substituting $n = 1$ in the equation of the operating line giving

$$y_2 = \frac{R}{R+1} x_1 + \frac{x_D}{R+1}$$

and the value of y_2 is obtained from the point of intersection of the value of x_1 with the operating line, see Figure 5-5.

The process of using equilibrium data and the operating line equation is repeated.

Thus, y_2 , the vapour leaving the second theoretical plate is in equilibrium with the liquid leaving that plate, and so the point (y_2, x_2) lies on the equilibrium curve, and the relationship between the vapour of composition y_3 and the liquid of composition x_2 as they pass one another between the second and third theoretical plates is given by

$$y_3 = \frac{R}{R+1} x_2 + \frac{x_D}{R+1}$$

Thus the value of y_3 is obtained from the point of intersection of the value of x_2 and the operating line.

This stepwise calculation is repeated until the vapour composition y_{n+1} is obtained. The reboiler composition is x_R and yields a vapour y_{n+1} in equilibrium with x_R .

The entire distillation parameters at any particular point during a distillation process are shown in Figure 5-6 and indicates the relationship between the number of theoretical plates, reflux ratio, liquid/vapour flow rates, and distillate composition.

NOTES:

- (1) There are 4 theoretical plates in the distillation column.
- (2) The reboiler, also acts as a theoretical plate since the vapours formed are in equilibrium with the reboiler composition.
- (3) In packed columns the height equivalent of a theoretical plate is calculated by dividing the height of the column packing by the number of theoretical plates in the column.
- (4) The procedure for determining the number of theoretical plates can be applied at any time during a batch distillation process.

3/7

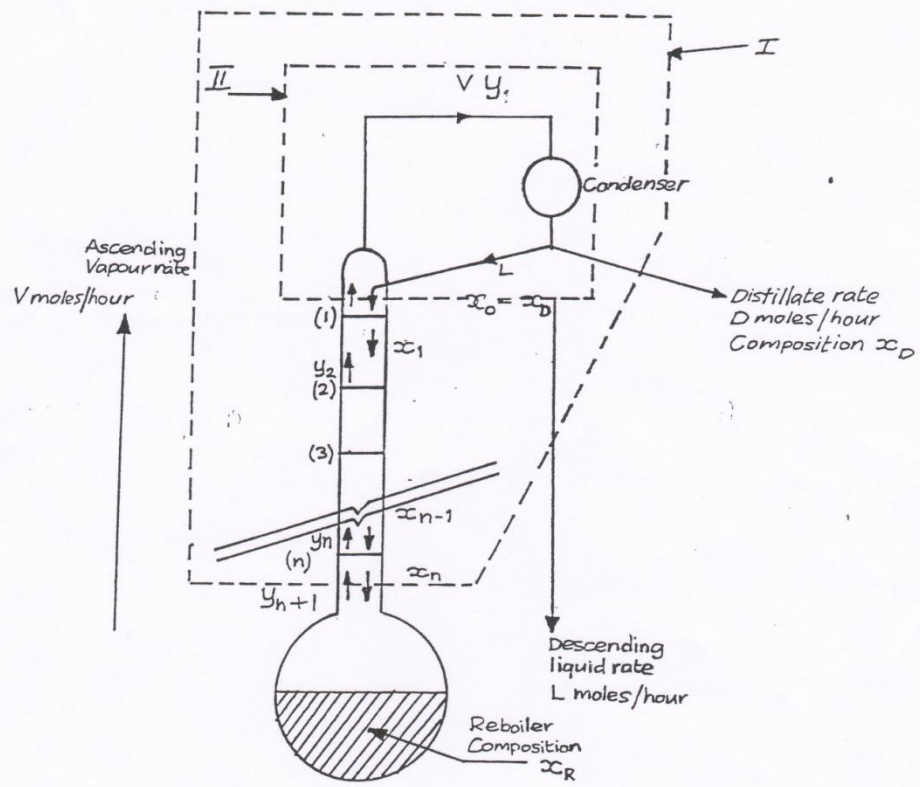


FIG. 5-1

4/7

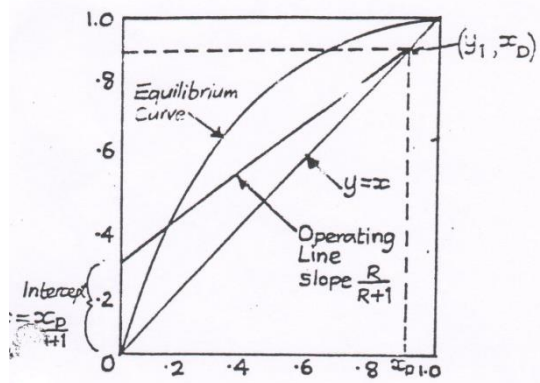


FIG. 5-2

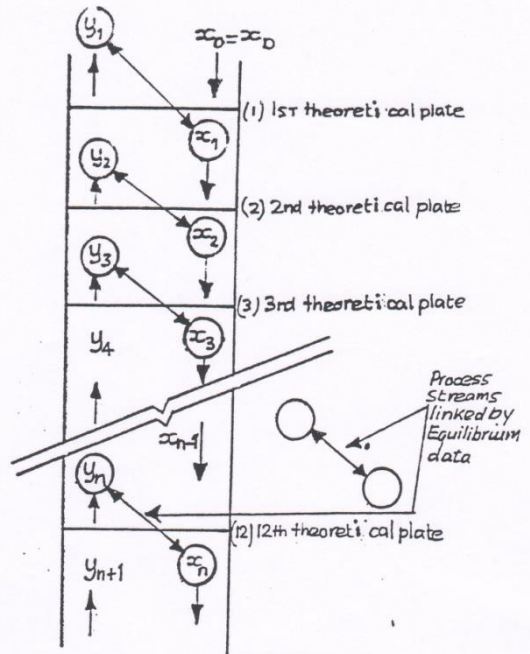


FIG. 5-3

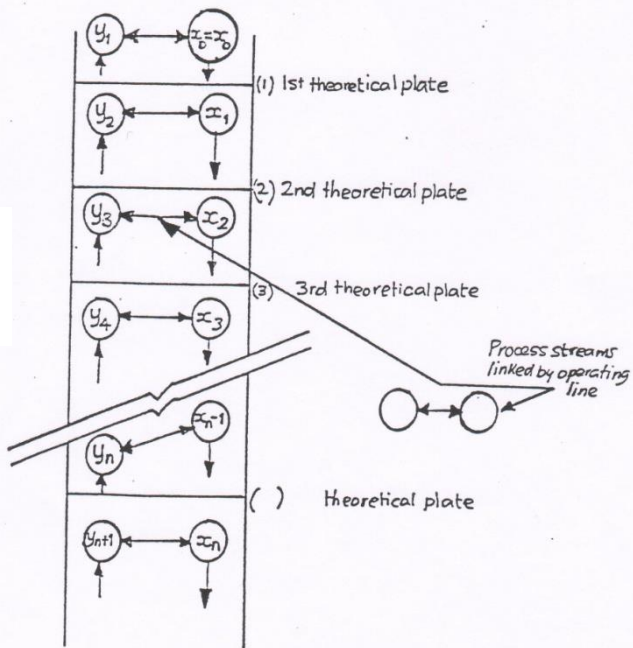
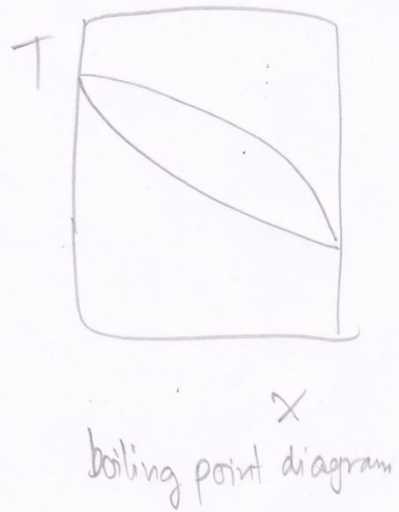


FIG. 5-4



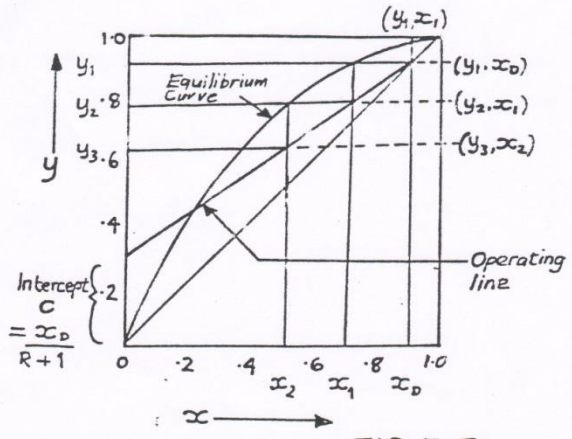


FIG. 5-5

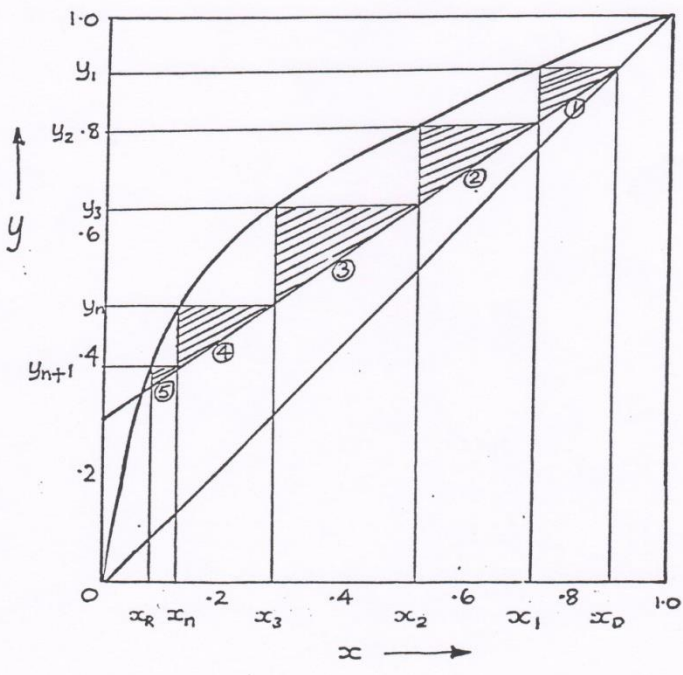


FIG. 5-6

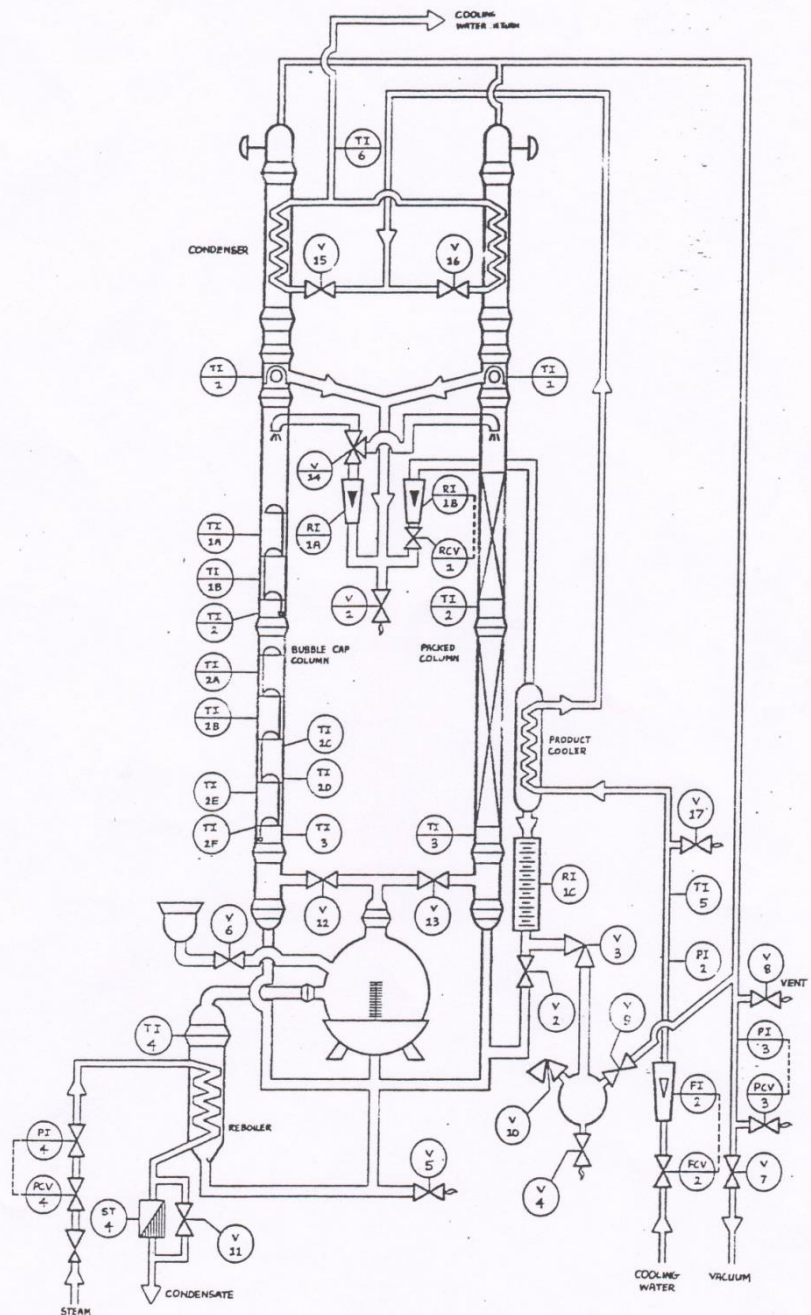


FIG. 8.1 STEAM HEATED

Experimental Procedure

1. Start the utility system

1.1 Air : Turn on the pneumatic valve to the system.

Observe the pressure gauge which will read approximately 2 barg.

1.2 Steam : Check with the lab technician to make sure that the boiler is in operation.

1.3 Cooling Water (CW) : Turn on the main breaker.

Switch on the breaker in the distillation control panel.

Switch on the breaker in the Field Control Unit (FCU) in the control room.

Switch on the DCS Computer and the monitor.

1.4 Electricity : Switch on the main breaker.

Switch on the breaker in the distillation control panel.

Switch on the breaker in the Field Control Unit (FCU) in the control room.

Switch on the DCS Computer and the monitor.

2. Start up - atmospheric operation - **bubble cap column**

- Check all valves-position.

- Set the CW flow at 3.5 L/min.

- Open the steam by-pass valve (close to the steam trap).

- Get rid of the 'condensate' in the heating system.

- Turn on the main steam valve.

- Wait until no condensate left, then close the by-pass steam valve.

- Adjust the steam regulator until PI4 reads about 0.4 bar g.

3. Set a reflux ratio of ∞ .

4. Wait until steady state is reached (open drain valve to remove air trap, if necessary).

5. Record the values of temperature indicators and reflux indicators (RI.1A and RI.1B) as given in the log sheet.

6. Adjust the reflux control valve, RCV.1, to set the reading on RI.1B to 1.0. Wait 5 minutes and, if

necessary, adjust RCV.1 at 1 minute intervals to maintain the set reading, then repeat the steps 4 and 5.

7. Repeat the step 6, but this time increase RI.1B in steps of 0.5, until RI.1A becomes less than 1.0.

8. Change the operation to – atmospheric operation - **packed column**

(change all necessary valve positions in correct sequence).

9. Repeat the steps 3-7.

10. Shut down the system (Set the CW to 1.5 L/min until the system cools down).

Questions and Tasks

For the bubble-cap column:

Q1. What assumptions are made in order to use the McCabe and Thiele method?

Q2. Determine the number of theoretical plates within the column using TI.3 values as the starting point, for reflux ratios of ∞ and 2.5 (approx)

Q3. Use the results from Q2 to determine the overall tray efficiency.

Q4. Determine the average Murphree Plate Efficiency using TI.2C/D/E/F and TI.3 values.

$$\text{Hint: } \eta_{\text{murphree}} = (y_n - y_{n+1}) / (y_n^* - y_{n+1})$$

Q5. Compare the overall efficiency values with the Murphree Plate Efficiency and comment on the results.

Q6. Draw a graph of distillate vapor temperatures, TI.1, against reflux ratio and a graph of distillate, composition against reflux ratio.

Q7. Comment on the shape of the curves and explain the effect which variations in reflux ratio have upon the distillate composition.

Comparison of the bubble-cap and packed columns' efficiencies:

Q8. On the same graph generated in Q6, plot distillate composition against the reflux ratio for both columns.

Q9. Which column is more efficient in separating alcohol and water and why?

LOG SHEET for the bubble-cap column

TIME												
TL.1 °C												
TL.1A °C												
TL.1B °C												
TL.2 °C												
TL.2A °C												
TL.2B °C												
TL.2C °C												
TL.2D °C												
TL.2E °C												
TL.2F °C												
TL.3 °C												
TL.4 °C												
<u>Reflux</u>												
RI.1A												
RI.1B												
Reflux Ratio												

LOG SHEET for the packed column

TIME												
TL.1 °C												
<u>Reflux</u>												
RI.1A												
RI.1B												
Reflux Ratio												



**CHEMICAL ENGINEERING
UNIT OPERATION LABORATORY II**



DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KASETSART UNIVERSITY

(Revision 2019)

สารบัญ

หน้า

ตัวอย่างปกรายงาน	2
สิ่งควรรู้เกี่ยวกับการเรียนและการทำรายงานปฏิบัติการ.....	3
ข้อเสนอแนะ และสิ่งควรแก้ไขสำหรับการเรียนปฏิบัติการ	4
ตัวอย่างในการเขียนบทคัดย่อ.....	9
หลักเกณฑ์ในการเขียนสรุป	9
เกณฑ์และการให้คะแนนวิชาปฏิบัติการทางวิศวกรรมเคมี	11
Experiment 1: Heat Exchanger Unit.....	14
Experiment 2: Double Effect Evaporation	40
Experiment 3: Liquid-Liquid Extraction	71
Experiment 4: Gas Absorption	90
Experiment 5: Bath Tray Drying	117
Experiment 6: Cooling Tower	145
Experiment 7: Process Control	153
Experiment 8: Distillation :DCS.....	158

Samples:

(Title Page Format)

Report on
TITLE OF THE LABORATORY

Submitted to
Instructor's Name
Kasetsart University
Bangkok, Thailand

In partial fulfillment of the
requirements of the laboratory course
Chemical Engineering 202411

By
Student's Name
I.D. No.

Date

Chemical Engineering Unit Operations

LABORATORY MANUAL

PURPOSE

The objectives of this laboratory course are as follows:

- (1) to introduce students to typical and modern methods of data acquisition;
- (2) to provide an opportunity for students to verify previously established experimental correlations and theories in Chemical Engineering;
- (3) to give students training in the written reporting of technical material;
- (4) to impress students with the importance of working with people (fellow students and faculty) in a spirit of friendly cooperation and in a professional manner.

PROCEDURE

Each student is responsible for all facets of every report requested. Consultation and discussion within or between groups is not to be discouraged, however.

The format of a technical report usually assumes a fairly standard style since the objective of the report is to present in a logical and organized form the results of a scientific or engineering study. It should be designed to fulfill this objective in the most efficient manner and to serve as reference in the future.

Reports written by students, as compared with those written by practicing engineers, have some differences in objectives. While the practicing engineer only wishes to convey ideas or information, the principal objective of the student is to set training in report writing (and to pass the course). Thus, it is obvious that the value to the student lies in the preparation of the report, in the discipline, thought and reasoning which give into the organization and presentation of the written material. They are not written for the edification of the faculty (except to measure the ability of students). The value to the student lies in the preparation of the report, in the discipline and learning which derives from the process of writing the report.

REQUIREMENTS

1) Attendance

Every student is expected to attend all of the regularly scheduled laboratory periods pertaining to the experiments. Should a group member be absent for valid, verifiable reasons (illness, death of an immediate family member, etc.), he will be allowed to do a make-up work by joining group or by submit a report based on the information gathered by his group (subject to the instructor's permission).

2) Reports

Every student will submit individually written project reports describing the result of the experiments. Each report will be due at the beginning of the next regularly scheduled laboratory period, approximately one week after the experimental work has been performed.

Late reports will be accepted with no penalty if the student has a valid excuse (usually medical). Otherwise, late reports will incur a ten (10) point penalty for each week that they are late.

Experiment reports which are submitted on schedule but score less than sixty (60) points, out of one hundred (100) points total, will be rejected and must be resubmitted prior to the end of the term. Scores on resubmitted reports will be averaged with the initial score. The average score must reach sixty points in order for the student to avoid additional resubmission. He submitted reports will carry the same late penalty as to original submission.

All reports must be received no later than 5:00 p.m. on the last day of regularly scheduled classes in order for you to receive credit for the course. No incomplete grades will be given except under truly unusual circumstances.

3) Experiment Supervision

Each student will take turn to be a supervisor for every experiment except the first week of each experiment. Such student will explain and instruct his/her group both theoretical and practical aspects.

4) Scoring

The final grade for the course will be based on the report and the performance of the supervisor

5) Safety

All students are expected to understand any hazards associated with their particular experiments prior to beginning them. Since safety considerations are also part of the required report, it is strongly suggested that the student investigate them as part of his initial preparation for the laboratory. Unsafe practices on the part of

any group or individual in this laboratory cannot be tolerated and may result in immediate dismissal. The following safety precautions will be exercised by all students:

(1) There will be no smoking, eating, or drinking in the laboratory area. If you feel the urge to indulge in any of these activities, leave the laboratory area prior to doing so.

(2) Safety glasses with clear plastic or hardened glass lenses will be worn by all participants, if necessary. Sun glasses are prohibited. Side shields are desirable but not mandatory.

(3) To avoid burns due to accidental splashing of hazardous chemicals, skin should be covered as much as possible. Long pants and/or aprons must be worn by all participants, and closed-toe footwear is required. Open-toe sandals should not be worn in the laboratory.

(4) Loose items of apparel should be avoided when you are working around moving machinery. Neckties, dangling jewelry, and long, loose hair should not be worn. Hair that is longer than shoulder length should be gathered into a protective net or otherwise confined when the student is working in the laboratory.

(5) Each student shall know the positions and operation of fire extinguishers, safety showers, and eye fountains. Should it become necessary to use any of these devices, please notify your instructor afterwards so that they may be properly recharged where necessary.

(6) Hoods should be used where possible for transferring volatile and toxic chemicals.

(7) Good housekeeping procedures are essential in the laboratory. Particularly, accidental spills of water and chemical solvents should be wiped up immediately and disposed of properly. Doing this will prevent poor footing and minimize the possibility of fire and toxic inhalation.

(8) Spilled mercury should be regathered as completely as possible and disposed of properly. Your instructor should be immediately notified in event of a mercury spill.

(9) Be wary of possible electrical hazards. All electrical devices should be properly grounded. Frayed or otherwise hazardous electrical cords should be reported and replaced or repaired. Flammable solvents should be kept away from electrical equipment.

(10) Portable radios are prohibited because they are distracting and therefore hazardous.

(11) Students shall conduct themselves safely and responsibly.

REPORT SPECIFICATION

Reports are to be either English or Thai. All drawings and tables are to be in ink. Xerox reproductions of them are permissible, however.

All drawings and figures should be line drawings. Free hand sketches are not acceptable. All drawings and figures must be appropriately labeled with a figure number, figure title, and also data identifying the group and experiment. Tabular data must be presented in a manner similar to that outlined for figures.

All reports shall be bound in an attractive, substantial report cover. Report covers with brad binders to retain the papers are best.

Format for Technical Reports

- Title page (omitted in this report)
- Table of contents (omitted in this report)
- Abstract
- Introduction (omitted in this report)
- Theory (omitted in this report)
- Experimental apparatus, material and procedure (omitted in this report)
- Results and Discussion
 - Results
 - Analysis of results
 - Discussion of errors
- Conclusion
- Recommendation
- Appendix
 - Raw data
 - Sample of calculation
 - Answer to questions (if any)
 - Safety consideration
 - Bibliography or Reference
 - Data record sheet

CHEMICAL ENGINEERING LAB
COMMENTS ON STUDENT PERFORMANCE

- ❑ SUPERVISOR เป็นผู้นำกลุ่ม รับผิดชอบในการแนะนำ ทั้งทฤษฎี การปฏิบัติการ และการเขียนรายงาน ตลอดจนการแต่งกาย กิริยาและมารยาทของกลุ่ม ขอให้อยู่ดูแลการปฏิบัติการตลอดเวลาจนแล้วเสร็จ บางครั้ง บางคนหลบไปนั่งเขียนรายงาน หรือทำงานอื่น การกระทำเช่นนี้ไม่ถูกต้อง
- ❑ การใช้เสื้อซ้อปให้ใส่กระดุมทุกเม็ดเปิดเฉพาะกระดุมคอเท่านั้น การแต่งกายให้รัดกุมเป็นเรื่องของความปลอดภัย สำหรับเสื้อซ้อปเบะออกติดกระดุมทำให้ใส่เสื้อตัวในสีขาว ห้ามใส่เสื้อลาย
- ❑ การออกแบบตารางเก็บข้อมูลมีความสำคัญ ต้องเตรียมตัวมาก่อนว่าจะต้องบันทึกค่าอะไรบ้าง จะได้ไม่ลืมและเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน การบันทึกข้อมูลควรจะทำให้เรียบร้อยทันทีในครั้งแรก การจดลงกระดาษคร่าวๆ แล้วลอกลงตารางให้เรียบร้อยอีกครั้งหนึ่งเป็นวิธีที่ไม่ดี ไม่น่าเชื่อถือ ไม่เป็นข้อมูลต้นฉบับ การบันทึกให้ระบุชื่อผู้ทำการทดลองด้วย แล้วเสนออาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ลงนามกำกับไว้หลังจากทดลองเสร็จแล้ว
- ❑ การนำเสนอและจัดการข้อมูลและผลการแสดงทั้งเป็นจุดและเป็นเส้น นั่นคือแสดงเป็นตารางตัวเลขและแสดงเป็นกราฟด้วยในตัวเนื้อหารายงาน การเปรียบเทียบที่แสดงเป็นกราฟ จะเข้าใจการเปลี่ยนแปลงง่ายกว่าตารางมาก และหากสามารถนำข้อมูลหลายกรณีมาเขียนลงกราฟรูปเดียวกันได้ก็จะช่วยให้เปรียบเทียบได้ชัดเจนมากขึ้น ที่ผ่านมามีคนไม่ได้เขียนกราฟ หรือเขียนกราฟรูปละหนึ่งเส้น ซึ่งตารางนั้นจะใส่เนื้อหารายงานเมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น มิฉะนั้นให้ใส่ไว้ในภาคผนวก
- ❑ การวิเคราะห์ผลการทดลอง ขอให้ดูผลการทดลองของตนด้วย ต้องสอดคล้องกัน บางคนไปลอกการวิเคราะห์ของกรณีอื่นมา เป็นคนละเรื่องกับผลการทดลองของตนก็มี หากมีความเห็นแย้งกับผลการทดลอง ควรจะมีเหตุผลที่หนักแน่นอธิบายมาด้วย
- ❑ การตอบคำถามขอให้สั้นกว่าให้เข้าใจ บางคำถามจะสัมพันธ์โดยตรงกับผลการทดลอง ในกรณีเช่นนี้ขอให้คำตอบสอดคล้องกับผลการทดลอง หากจะแย้งกันควรจะมีเหตุผลที่หนักแน่นอธิบายมาด้วย ที่ผ่านมามีคนเข้าใจว่าจะดูจากรายงานรุ่นก่อนๆ คำถามเปลี่ยนไปแล้วก็ยังคงตอบคำถามเก่ามา
- ❑ การระบุว่า มี error สารพัดชนิด มักจะระบุกันมามากมาย การระบุมาสารพัดชนิดนั้นเป็นกำปั้นทุบดิน ไม่มีน้ำหนัก ประเด็นสำคัญอยู่ที่ขนาดของ error แต่ละตัว มีมากหรือน้อย มีมากจนมีน้ำหนักพอเพียงที่จะกระทบต่อผลการทดลองหรือไม่
- ❑ เมื่อผลการทดลองไม่สอดคล้องกับทฤษฎี ควรจะต้องมีการปรับปรุงการทดลองใหม่คือควบคุมให้ได้ผลสอดคล้องกับทฤษฎี หรือควรจะต้องปรับปรุงทฤษฎีเสียใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ การจะเสนอให้ทำอย่างใดดีขอให้พิจารณาจากการนำผลการทดลองไปใช้เป็นหลัก
- ❑ รายงานให้ใส่ปกของคณะฯ มีชื่อผู้ทำการทดลอง ชื่อเรื่อง วันที่ทำการทดลอง และชื่ออาจารย์ผู้สอน สำหรับเนื้อหารายงานให้มีหัวข้อต่างๆ ดังนี้
 - Title page (omitted in this report)
 - Table of contents (omitted in this report)
 - Abstract

- Introduction (omitted in this report)
 - Theory (omitted in this report)
 - Experimental apparatus, material and procedure (omitted in this report)
 - Results and Discussion
 - Results
 - Analysis of results
 - Discussion of error (if any)
 - Conclusion
 - Recommendation (if any)
 - Appendix
 - Raw data
 - Sample of calculations
 - Safety considerations (if any)
 - Answer to questions (if any)
 - Bibliography or Reference
 - Original data record sheet (or photocopy)
- บทคัดย่อ (abstract) เป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุดอันหนึ่งเพราะจะเป็นส่วนที่มีผู้อ่านหรืออ้างอิงมากที่สุด abstract จะครอบคลุม เนื้อเรื่องของรายงาน แนะนำผู้อ่านว่าเป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร ได้ทำอะไรไปบ้าง และอธิบายโดยย่อถึงผลลัพธ์หลักที่ได้มา และให้ผลเป็นตัวเลข (ถ้ามี) แต่จะไม่ลงไปถึงรายละเอียดในแต่ละเรื่อง แต่ละประโยคจะสั้นและกะทัดรัด ความยาวประมาณครึ่งหน้ากระดาษพิมพ์ดีด

ตัวอย่างบทคัดย่อ:

การทำแห้งเมล็ดข้าวโพดโดยใช้รางกวน

ABSTRACT

การเคลื่อนที่และการผสมของเมล็ดข้าวโพดในรางกวน ผลกระทบต่อการทำแห้งเมล็ดข้าวโพด โดยใช้รางกวนชนิดใส่ไก่หมุน ได้ทำการทดลองที่ความชื้นของเมล็ดเริ่มจาก 17-21% อุณหภูมิของเมล็ด 45°C ทำแห้งจนถึงความชื้นสุดท้าย 14% โดยปรับความเร็วรอบ ในการหมุนของใส่ไก่ระหว่าง 3-10 รอบต่อนาที ผลปรากฏว่า อัตราการเคลื่อนที่ของเมล็ดแปรเป็นเส้นตรงตามความเร็วรอบของใส่ไก่ คุณภาพการผสมดีขึ้นตามอัตราการหมุน จากดัชนีการผสม 0.07 ที่ 4 รอบ/นาที เป็น 0.125 ที่ 10 รอบ/นาที ส่วนการทำแห้งจะอยู่ในช่วงอัตราคงที่เป็น ส่วนใหญ่และอัตราการทำแห้งจะสูงขึ้นตามอัตราการหมุนจาก 0.023 kg-water/kg-dry solid ต่อนาทีที่อัตราการหมุน 2.6 รอบ/นาที เป็น 0.038 kg-water/kg-dry solid ต่อนาทีที่อัตราการหมุน 7.6 รอบ/นาที โดยสามารถลดความชื้นได้ 2.0-2.6% ต่อชั่วโมง

หลักเกณฑ์ในการเขียนสรุป:

(อ้างอิงจาก **Max S. Peters and Klaus D. Timmerhaus** “Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, 4th Ed., McGraw-Hill)

Summary

The summary is probably the most important part of a report, since it is referred to most frequently and is often the part of the report that is read. Its purpose is to give the reader the entire contents of the report in one or two pages. It covers all phases of the design project, but it does not go into detail on any particular phase. All statements must be concise and give a minimum of general qualitative information. The aim of the summary is to present precise quantitative information and final conclusions with no unnecessary details.

The following outline shows what should be included in a summary:

1. A statement introducing the reader to the subject matter
2. What was done and what the report covers
3. How the final results were obtained
4. The important results including quantitative information, major conclusions, and recommendations

An ideal summary can be completed on one typewritten page. If the summary must be longer than two pages, it may be advisable to precede the summary by an *abstract*, which merely indicates the subject matter, what was done, and a brief statement of the major results.

□ การให้คะแนนในส่วนของรายงานจะพิจารณาจาก

- รูปแบบที่ถูกต้อง มีหัวข้อต่างๆ ครบถ้วน ยกเว้นเฉพาะส่วนของ แผ่นนำเสนอสารบัญความเป็นมา ทฤษฎี วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้และวิธีการทดลอง ซึ่งมีระบุไว้ในคู่มือปฏิบัติการแล้ว
 - การคำนวณที่ถูกต้อง
 - presentation ที่ดี
 - การวิเคราะห์และสรุปที่สัมพันธ์กับข้อมูลตัวเลขหรือการสังเกต และอธิบายเปรียบเทียบกับทฤษฎี หรือสิ่งที่น่าจะเป็น
 - การตอบคำถามที่สัมพันธ์กับข้อมูลหรือการสังเกต
 - การส่งงานทันเวลา
-

เกณฑ์และการให้คะแนนวิชาปฏิบัติการทางวิศวกรรมเคมี Unit II

1. วิชานี้ประกอบด้วยแล็บย่อย (ต่อไปนี้จะเรียกว่า “หัวข้อย่อย”) ทั้งสิ้น 8 แล็บ (หรือหัวข้อย่อย)
2. ใช้นาฬิกาในห้องปฏิบัติการนั้นๆ ในการบอกเวลา
3. นิสิตที่ไม่เข้าเรียนวิชาปฏิบัติการหัวข้อย่อยใด จะได้ F ในหัวข้อย่อยนั้น และจะขาดเรียนทั้งหมดได้ไม่เกิน 2 ครั้ง (เวลาเรียนไม่ถึง 80 %ของเวลาเรียนทั้งหมด)
4. นิสิตที่เข้าเรียนวิชาปฏิบัติการสายเกิน 15 นาที หลังเริ่มเรียนในหัวข้อย่อยใด โดยไม่มีเหตุอันสมควร(ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้ควบคุม) จะได้ F ในหัวข้อย่อยนั้น (สำหรับนิสิตที่ต้องเป็น Supervisor ครั้งหน้าสามารถเข้าเรียนได้โดยไม่มีคะแนน เพื่อทำหน้าที่ในครั้งหน้า)
5. นิสิตที่เข้าสายแต่ไม่เกิน 15 นาทีแรกหลังเริ่มเรียน จะถูกหักคะแนนตามเกณฑ์ คือสายทุก 5 นาทีหัก 2 คะแนน
6. คะแนนรวมจะได้จากคะแนนเฉลี่ยของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุม โดยแบ่งเป็น

1 คะแนนสำหรับนิสิตทั่วไป (100%)

1. คะแนนการปฏิบัติ (50%)

ส่วนทฤษฎี	20% โดยอาจารย์
ส่วนปฏิบัติ	30% โดยเจ้าหน้าที่

2. คะแนนจากรายงาน 50% โดยอาจารย์

2 คะแนนสำหรับนิสิตผู้ทำหน้าที่ Supervisor (100%)

อาจารย์และเจ้าหน้าที่จะให้คะแนนสัดส่วนที่เท่ากัน โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

1. การแนะนำทฤษฎีและการทดลอง
 2. การดูแล ควบคุมการปฏิบัติการ
7. การส่งรายงานการทดลอง
 1. ให้ส่งตามกำหนด (ตามที่ประกาศหน้าบอร์ดชั้น 3) ก่อนเริ่มเรียน Lab โดยส่งที่ Lab เดิม
 2. หากส่งรายงานสายไม่เกิน 15 นาที คะแนนรายงานจะถูกหัก 50%
 3. หากส่งสายเกิน 15 นาที คะแนนรายงานจะเป็น ศูนย์
 4. หากส่งหลังแล็บสิ้นสุด จะได้ F ในแล็บย่อยนั้น (แล็บนั้นได้คะแนน 0; F ตัวที่ 3 วิชาแล็บได้ F ทันที)
 8. รายงานการทดลองให้เขียนด้วยมือเท่านั้น ยกเว้นกราฟของการทดลองที่อนุญาตให้สร้างโดยใช้ซอฟต์แวร์ได้ แต่นิสิตต้องสร้างเองเท่านั้น ไม่อนุญาตให้คัดลอกด้วยวิธีใดๆ ทั้งสิ้น สิ่งเดียวที่อนุญาตให้คัดลอกหรือสำเนาได้คือข้อมูลดิบจากการทดลองเท่านั้น ส่วนรูปแบบและองค์ประกอบรายงาน สามารถดูได้จากส่วนหน้าของคู่มือปฏิบัติการและบทความวิจัยต่างๆ โดยต้องประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้ (ต้องแสดงตามลำดับที่แสดงนี้ด้วย)

1. บทคัดย่อภาษาไทย
2. บทคัดย่อภาษาอังกฤษ
3. วัตถุประสงค์

4. ผลการทดลอง
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง
6. สรุปผลการทดลอง
7. เอกสารอ้างอิง (ถ้ามี)
8. ภาคผนวก (ข้อมูลดิบที่มีลายเซ็นของเจ้าหน้าที่ควบคุมหัวข้อย่อยนั้นๆ, ตัวอย่างการคำนวณของทุกค่า, ตอบคำถามท้ายคู่มือของหัวข้อย่อยนั้นๆ)
9. การให้คะแนนรายงานจะพิจารณาจากคุณสมบัติครบถ้วน และเนื้อหาของรายงาน นิสิตที่ลอกรายงานจะได้ F ใน lab ย่อยนั้น ทั้งผู้ลอกและผู้ให้ลอก แม้ว่าจะเข้าเรียนภาคปฏิบัติการก็ตาม (รายงานที่ต้องพล็อต กราฟให้พล็อตจากซอฟต์แวร์ได้ แต่ต้องทำเอง)
10. นิสิตที่ขาดการทำหน้าที่ Supervisor ในปฏิบัติการหัวข้อย่อยใด จะได้ F และนับเป็นการขาดเรียน 1 ครั้ง
11. เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมจะให้คะแนนการเข้าเรียนภาคปฏิบัติ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้
 1. การตรงต่อเวลา
 2. ความรับผิดชอบ
 3. ความตั้งใจ
 4. การรักษาความสะอาด
 5. การแต่งกาย (ให้สวมเสื้อ Shop ของภาควิชาฯ และต้องติดกระดุมให้เรียบร้อยคลุมชุดนิสิต / รวบผมที่ยาวให้เรียบร้อย / ให้ใส่กางเกงขายาว สุภาพ ไม่แพะชัน/ใส่หมวก แว่นนิรภัย และ รองเท้าหุ้มเท้ามิดชิด)
 6. ห้ามใช้อุปกรณ์สื่อสารขณะทำการทดลอง (ยกเว้นใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการทดลอง)
12. นิสิตต้องอ่านทำความเข้าใจเนื้อหา และขั้นตอนการทดลองก่อนเข้าเรียน อาจารย์ผู้สอนจะซักถามความเข้าใจ ซึ่งจะมีผลต่อคะแนนของนิสิต
13. นิสิตที่จะไม่ได้รับอนุญาตเข้าห้องเรียนคือ
 - ไม่สวมรองเท้าหุ้มส้นแบบมิดชิด
 - ไม่มีแว่นตา หมวก ป้ายชื่อ
 - ไม่รวบรวมให้เรียบร้อย ในกรณีที่นิสิตไว้ผมยาว
 - ไม่มีคู่มือปฏิบัติการLAB
14. ระดับการให้คะแนนมีเกณฑ์ดังนี้

<u>คะแนนเฉลี่ย</u>	<u>ระดับคะแนน</u>
≥ 3.50	A
3.26 - 3.49	B ⁺
2.76 - 3.25	B
2.26 - 2.75	C ⁺
1.76 - 2.25	C

1.26 – 1.75 D⁺

1.00 – 1.25 D

≤ 0.99 F

หมายเหตุ ถ้าได้ “F” ใน Lab ย่อยด้วยเหตุต่างๆ 3 “F” ขึ้นไปจะได้ “F” ทั้งวิชา

15. เช่นรับทราบฯ “ข้าพเจ้าได้อ่าน และรับทราบกฎระเบียบกฎเกณฑ์ทุกข้อข้างต้นโดยละเอียด ข้าพเจ้ายินดีที่จะปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด หากมีการละเมิดฝ่าฝืน ข้าพเจ้ายินยอมให้ดำเนินการตามที่ระบุไว้ข้างต้น

HEAT EXCHANGER UNIT

General Description

The heat exchange rig consists of three different types of heat exchanger viz (i) shell and tube, (ii) coil in shell and (iii) plate, all possessing a heat transfer area of 0.5 m^2 . Even though each of the heat exchangers have the same internal heat transfer area, they are however, essentially different in construction and utilizes different materials i.e. glass, alloy 316 and stainless steel and will therefore perform differently.

All the exchangers are arranged for independent operation and evaluation using hot water on one side of the heat exchanger and cold water on the other side. Additionally, when operating with hot water and cold water, the direction of flow of the cold water can be reversed to permit study of both co-current and countercurrent operation in any of the heat exchangers.

The Plant in Detail

Reference Figure 1

1. Principles of Operation

Each of the heat exchangers is operated in turn and studied separately. When one of the exchangers is in use the others are isolated using valves V6,V7,V8,V14,V15,V16,V17,V18,V19 a necessary. Each of the heat exchangers can be operated in 4 ways.

- (i) Cold water – hot water – co-current flow.
- (ii) Cold water – hot water – countercurrent flow.
- (iii) Cold water – steam – co-current flow.
- (iv) Cold water – steam – countercurrent flow.

a. Cold water flow.

Water from an external supply is fed to the unit through the flowmeter FI.1 and its flow rate measured. The direction of flow through each of the heat exchangers can be reversed using valves V1,V2,V3,V4 and the flow of cold water can be directed to the heat exchanger under study by adjusting valves V6,V7,V8 as necessary. When the coil and shell type heat exchanger (HE1) is used the cold water is passed through the coils.

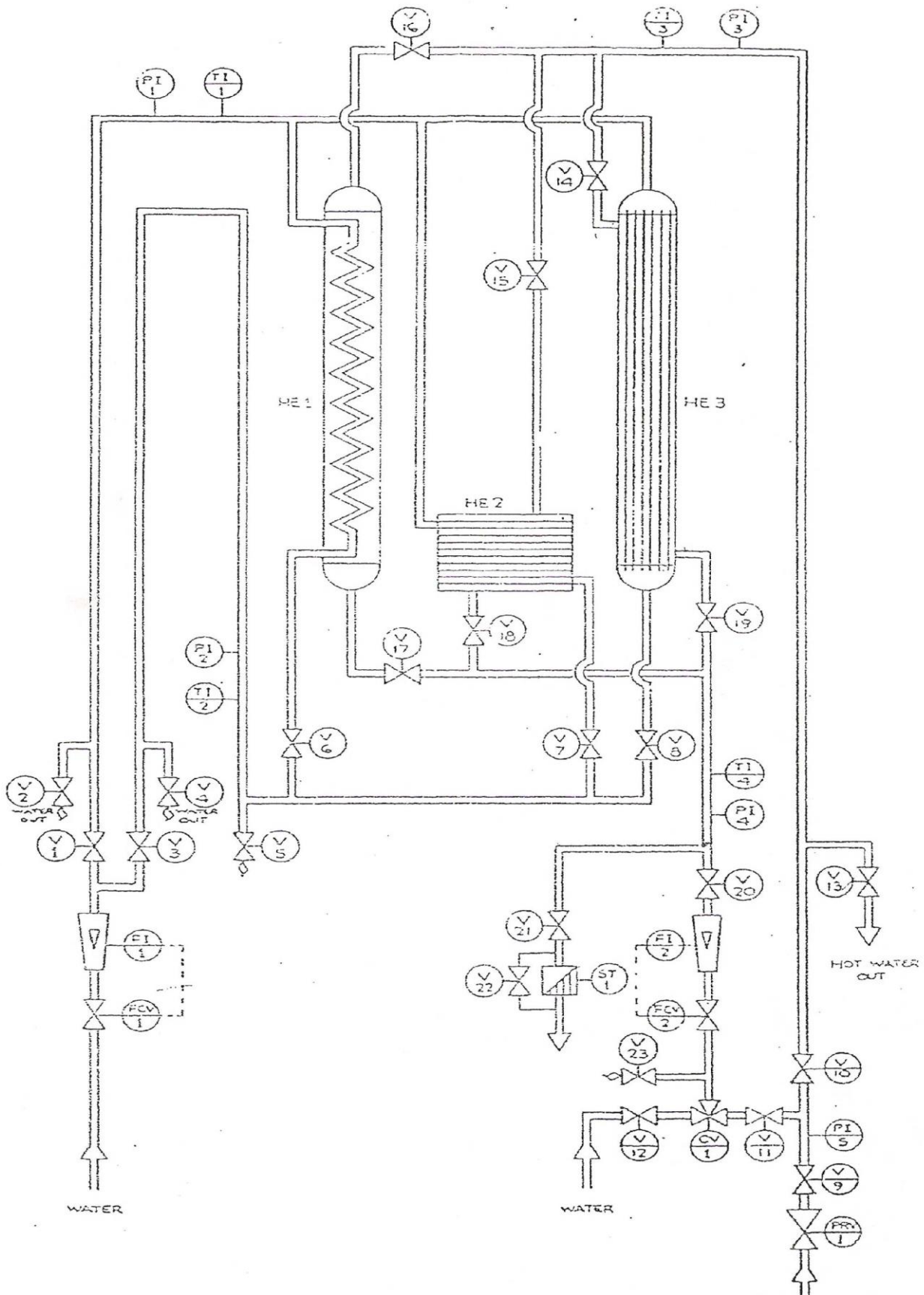
When the alloy heat exchanger (HE2) is used the cold water is passed through a series of parallel chambers. When the shell and tube type heat exchanger (HE3) is used the cold water is passed through the tubes.

b. Hot Water Flow

Hot water is produced by a boiler containing 3 sets of a 3,000 W electrical heater. Water enters the heater tank through the filling hose by opening water inlet valve and then passed to the heat exchanger under study through flowmeter FI.2. Within the heat exchanger, the hot water passes vertically upward to exit at the top and be recycled back to the heater tank through valve V13. Hot water passes through the shell side of both the coil in shell exchanger HE1 and shell and tube exchanger HE3 and through a series of parallel channels in the alloy heat exchanger HE2.

c. Steam Flow.

Steam from the mains supply is fed to the unit via a pressure reducing valve PRV1 to reduce its pressure to approx 1.7 bar g (25 psig) and introduced into the top of the heat exchanger under study. Steam is then condensed in the shell side of the respective heat exchanger and condensate emerges from its base to be discharged or collected from the steam trap ST1.



The plant specification

1. Process Equipment

- Coil in Shell Heat Exchanger HE1
 - Diameter, nominal bore 100 mm
 - Length, overall 610 mm
 - Heat transfer area (A_{in}) 0.5 m^2
 - Heat transfer area (A_{ex}) 0.217 m^2

- Alloy 316 Heat Exchanger HE2
 - Overall dimensions (L x B x H) 185 x 90 x 550 mm
 - Heat transfer area (A_{in}) 0.5 m^2
 - Heat transfer area (A_{ex}) 0.466 m^2
 - Distance between plates 3.0 mm
 - Flow cross section area/plate 0.032 m^2

- Shell and Tube Heat Exchanger HE3
 - Diameter, nominal bore 80 mm
 - Tube length 1,000 mm
 - Tube diameter, internal 12 mm
 - Tube wall thickness 1.0 mm
 - Number of tubes 7
 - Number of baffles 3
 - Baffle spacing 236 mm
 - Heat transfer area (A_{in}) 0.5 m^2
 - Heat transfer area (A_{ex}) 0.254 m^2

2. Process Instrumentation

FI.1 Cold water flowmeter

Variable area type, range 0-10 liters/min

FI.2 Hot water flowmeter

Variable area type, range 0-10 liters/min

TI.1 Cold water inlet/outlet temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-120 ° c

TI.2 Cold water inlet/outlet temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-120 ° c

TI.3 Hot water outlet / steam inlet temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-200 ° c

TI.4 Hot water inlet / condensate temperature gauge

Remote reading filled system, dial thermometer, range 0-200 ° c

PI.1 Cold water inlet/outlet pressure gauge

Bourdon type, range 0-2.5 bar gauge

PI.2 Cold water inlet/outlet pressure gauge

Bourdon type, range 0-2.5 bar gauge

PI.3 Steam inlet/hot water outlet , pressure gauge

Bourdon type, range 0-2.5 bar gauge

PI.4 Steam supply pressure gauge

Bourdon type, range 0-4.0 bar gauge

3. Materials of Construction

A variety of materials has been used in the construction of this heat exchanger unit. The major ones of which are:

QVF Borosilicate glass - HE1, HE3 and associated equipment

Alloy 316 - HE2

Copper - Steam and water pipe lines

Brass - Valves

Safety and Operating Procedures

1. Safety Instructions for Students

- i. Students must not carry out laboratory work without the supervision of a lecturer.
- ii. Plastic gloves and eye shields must be worn when handling corrosive liquids, and heat resistant gloves when adjusting steam valves.
- iii. All experiments involving a potential explosive hazard must be conducted behind special shields.
- iv. When working with solvents etc., ensure that the apparatus is adequately vented.
- v. All used solvents should be handed to the technician and not disposed of into drains or laboratory sinks.
- vi. Smoking is forbidden in all laboratories.
- vii. Safety helmets must be worn.
- viii. Services equipment (vacuum generators) must in no circumstances be started up by students.
- ix. Gas cylinders, when in use, should be adequately strapped bench and supported in the upright position, away from sunlight or flames. Ensure that cylinders are shut-off after use.
- x. Before using any chemical, ensure that you are familiar with its hazards and with emergency procedures.
- xi. If in doubt, ask the lecturer in charge.
- xii. If chemical spillage occurs, evacuate the laboratory in an orderly fashion.

1.1 Departmental Safety Schedule

FIRE

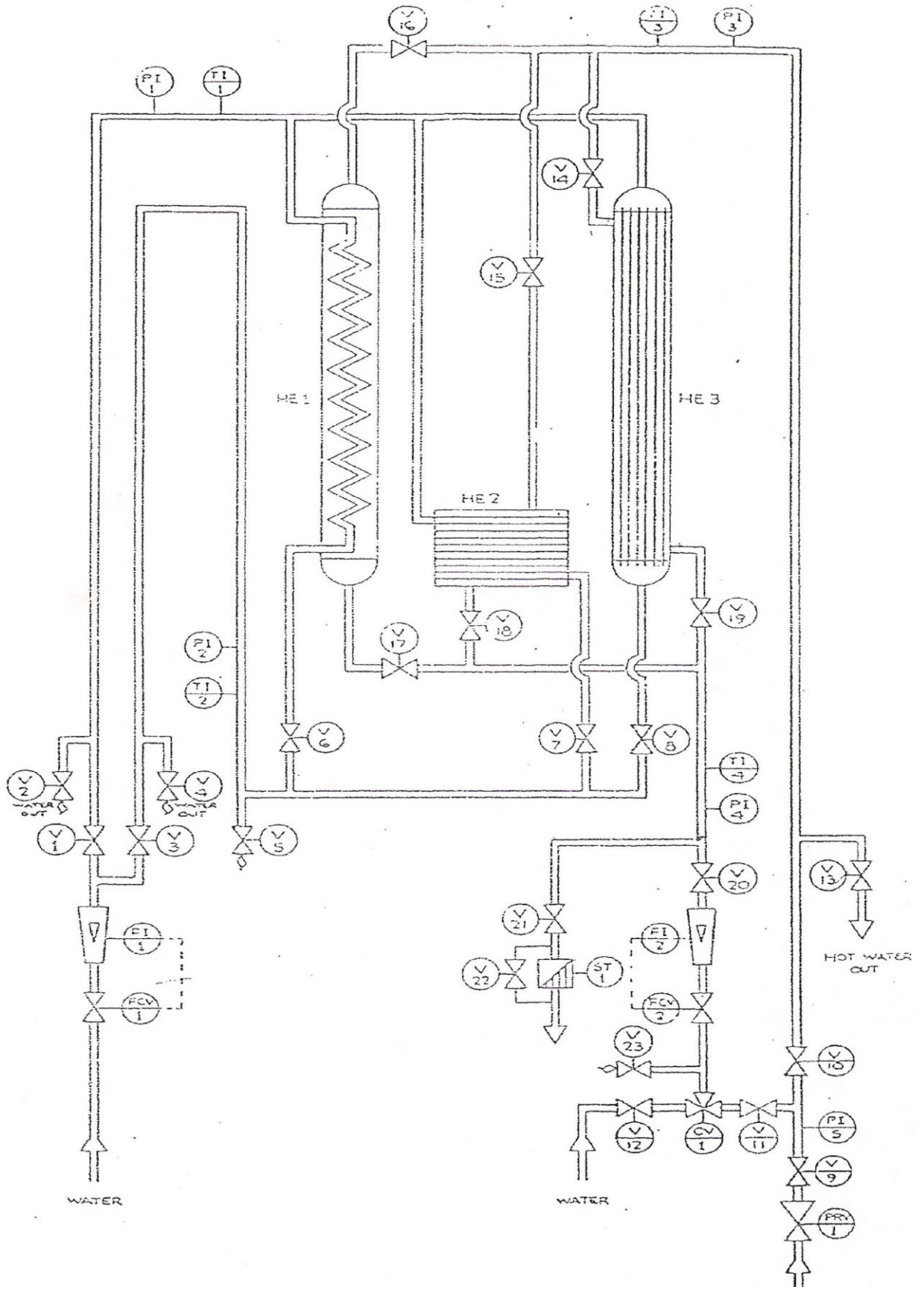
- (i) In the event of a serious outbreak of fire, it is the responsibility of All staff on the premises to ensure the safety of the students.
- (ii) Lecturers in charge of classes should, when the alarm sounds, accompany their student to a safe place outside the building taking class register to check that all students are safely out of the building.
- (iii) Technicians should take emergency safety precautions as necessary with operating equipment, e.g. switch off all nearest exit away from the fire.
 - (iv) When building has been evacuated, lecturer on departmental duty should report to the Head of department that the building is clear.

GENERAL SAFETY

- (i.) All hazardous chemicals must be kept (when not in use) in the chemical stores.
- (ii) No laboratory work can be conducted by students without the supervision of a lecture. It is the duty of the lecturer conducting a practical class to ensure that all reasonable safety precautions are taken (in relation to the specific experiment carried out either by incorporation of safety instructions in the laboratory sheet, or by oral instruction if no formal laboratory sheet exists, e.g. use of plastic gloves and eye shields when handling corrosive liquids; shields in front of equipment where potential explosive hazards exist, etc.

In view of potential toxicity of solvent vapors etc., all laboratories should be adequately ventilated during experimental work. Check that vents to atmosphere are not blocked.

All used solvents must not be disposed of into drains or laboratory sinks.



2. General Start-up Procedure

2.1 Pre Start-up Checks

- (i) Inspect the equipment visually for glass breakage and/or Leakage. Replace or repair any defective items in accordance with the CTS 8 Installation and Maintenance Manual.
- (ii) Ensure cold water discharge lines, hot water discharge lines and condensate removal points are free of obstructions and correctly arranged.
- (iii) Complete the valve check list

<u>Cold Water Circuit</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>
FCV.1		x
V.1		x
V.2	x	
V.3		x
V.4	x	
V.5		x
V.6		x
V.7		x
V.8		x
<u>Steam/ Hot Water Circuits</u>		
FCV.2		x
V.11		x
V.12		x
V.13	x	
V.14		x
V.15		x
V.16		x
V.17		x
V.18		x
V.19		x
V.20		x
V.21	x	
V.22	x	
V.23		x

Steam Lines

V.9	x
V.10	x

2.2 Start-up Cold Water Circuit

- Action :- Set cold water valves for countercurrent or co-current operation.

	Co-current		Countercurrent	
	Open	Closed	Open	Closed
V.1		x	x	
V.2	x			x
V.3	x			x
V.4		x	x	

- Action :- Choose the heat exchanger to be operated and adjust the following valves.

	HE1		HE2		HE3	
	Open	Closed	Open	Closed	Open	Closed
V.6	x			x		x
V.7		x	x			x
V.8		x		x	x	

- Turn on cold water flow.

Safety Precautions

1. Do not open FCV.1 abruptly, open slowly to prevent a pressure surge occurring in the heat exchangers.
 - i. Check either V.2 or V.4 is open.
 - ii. Slowly open FCV.1 to allow cold water to flow through the heat exchanger.

Note : Any air seen to be trapped in the heat exchanger should be removed by slowly opening FCV.1 to its maximum for a few minutes, flush out this residual air and then throttled to provide the desired flow rate.

2.3 Start up Hot Circuit.

- Start up Steam

Safety Precautions

1. Do not open V.9 abruptly, open slowly to prevent a sudden surge of steam condensate to any of the heat exchangers.
2. Do not close V.22 until a steady flow of steam issues from the condensate drain.
3. Ensure that the steam drain is free from obstructions and that condensate can be removed safely.
4. Ensure that the steam trap operates effectively after steam has been applied to a heat exchanger and that there is no build up of condensate in the heat exchanger. If in doubt over the effectiveness of the steam trap, close the steam pressure control valve V.9 and follow the general shut down procedure before investigating the problem.
5. Do not allow the steam pressure to exceed 2.0 bar gauge.
6. Do not allow the cold water outlet temperature to exceed 90°C .When steam is applied to a heat exchanger, continually monitor TI.1/TI.2 and either increase cold water flowrate or reduce steam pressure to reduce the cold water outlet temperature if necessary.

Action : - Set Steam on to Heat Exchanger

- i. Ensure valves V.21, V.22 are open and that there is no water in the steam side of the heat exchanger to be operated. Should there be any water present ensure this is drained out by opening valves V.17, V.18, V.19
- ii. Choose the heat exchanger to be operated and check the position of the following valves and adjust if necessary.

	Reboiler H.E.		Alloy 316 H.E.		Shell and Tube H.E.	
	HE1		HE2		HE3	
	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>
V. 10	x		x		x	
V. 11		x		x		x
V. 14		x		x	x	
V. 15		x	x			x
V. 16	x			x		x
V. 17	x			x		x
V. 18		x	x			x

V. 19		x		x	x	
V. 20		x		x		x
V. 21	x		x		x	
V. 22	x		x		x	
V. 23		x		x		x

- iii. Partially open the steam pressure control valve V.9
- iv. Following the initial surge of condensate, and when a steady flow of steam issue from the condensate drain, close V.22
- v. Monitor the steam pressure gauge PI.5 and adjust the steam control valve V.9 to provide the desired steam pressure (do not exceed 2 bar gauge)
- vi. Allow the system to operate for 5-10 mins to establish equilibrium conditions and then take the necessary readings.

- Start up hot water circuit

Safety Precautions

1. Do not attempt to start up the hot water flow while steam is being supplied to any heat exchangers. This is most important. Always ensure that the steam supply to the heat exchangers is fully isolated before starting hot water.
2. Do not open PCV.2 abruptly, open slowly to prevent a pressure surge on the heat exchangers.
3. Do not allow the water pressure to exceed 1.4 bar g maximum as indicated on PI.4.
4. Do not allow the hot water temperature as shown on TI. 4 to exceed 85°C. To reduce the hot water temperature turn the temperature control dial on CV.1 anti – clockwise. Adjustments should only be made in small increments to this dial.
5. Ensure the hot water discharge drain is free from obstructions.

Action : - Start up Hot Water Circuit.

- i. Close valve V.10 This is the most important.
- ii. Turn the temperature control dial on CV.1 completely anti – clockwise until it will go no further.
- iii. Choose the particular heat exchanger to be operated and adjust the following valves as necessary.

	Reboiler H.E.		Alloy 316 H.E.		Shell and Tube H.E.	
	HE1		HE2		HE3	
	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>	<u>Open</u>	<u>Closed</u>
PCV.2		x		x		x
V. 10		x		x		x
V. 12	x		x		x	
V. 13	x		x		x	
V. 14		x		x	x	
V. 15		x	x			x
V. 16	x			x		x
V. 17	x			x		x
V. 18		x	x			x
V. 19		x		x	x	
V. 20	x		x		x	
V. 21		x		x		x
V. 22	x		x		x	
V. 23		x		x		x

- iv. Slowly open PCV.2 to establish the flow of water through the desired heat exchanger. Open PCV.2 fully and then leave for 1-2 minutes in order to remove as much entrapped air as possible from the heat exchanger under test. Close PCV.2 to give the desired flowrate on PT2.
- v. Slowly open valves V.9 and V.11 to allow steam into the mixing valve CV.1
- vi. Slowly turn the temperature dial on CV.1 clockwise until the temperature reading on TI.4 is 70-80°C.

General Shut-down Procedure

1. Shut down Hot Side of Heat Exchangers.

1.1 Shut down Hot Water Circuit.

i. Close PCV.2, V.12, V.11, V.9

- Shut down steam circuit.

Safety precautions

(a) Do not open the steam trap by – pass valve V.22 before closing the steam pressure control valve V.9

(b) Ensure that the steam trap condensate drain hose is safely positioned before opening V.22.

Action : - Isolate steam supply.

i. Close the steam pressure control valve V.9

ii. Allow the heat exchanger a few minutes to cool down and then carefully open the steam trap by – pass valve V.22.

1.2 Shut down Cold Water Side of Heat Exchangers.

- Safety Precautions

(a) Only shut off the cold water supply to the unit after the steam supply to the unit has been isolated.

Action : - Isolate cold water supply.

i. Ensure steam supply is isolated to unit ; if not, do it now see 9.4.3.1.2

ii. Close FCV.1

The shut down procedure is now complete with the equipment in a conditions which may be left safely.

General Operation Instructions

1. Water Flowrate Control

Flowrate of cold and hot water can be adjusted using the flow control valves PCV.1 and PCV.2 respectively. Adjustments should be slowly and smoothly, and the system allowed 5-10 mins to equilibrium conditions before taking readings.

2. Reversing the Flow Direction of Cold Water

This can be done quite simply while the unit is operational.

- Safety Precautions

- a) To avoid excessive pressure occurring in the heat exchangers leading to possible damage ensure that valves are opened and closed strictly in the order given.
- b) The valve changing sequence outlined below, once started, should be completed with the minimum of delay between each successive step.

2.1 Changing from Co-current (+) to Counter-current (+) Flow

- i. Close V.1, Open V.2.
- ii. Close V.4, Open V.3.

2.2 Changing from Counter-current (+) to Co-current (+) Flow

- i. Close V.3, Open V.4.
- ii. Close V.2, Open V.1.

2.3 Changing between Steam and Hot Water Operations

- Safety Precautions

- (a) When steam and water mix, violent water hammer can result. If this happens within any of the heat exchangers, damage will almost certainly occur. Because of this potential hazard it is not recommended that the steam and hot water be interchanged while the unit is in operation. In order to affect a change it is recommended that the unit first be shut down before the change from steam to hot water or hot water to steam is made.

4. Draining the equipment

It is recommended that the equipment be completely drained at the end of each experimental session.

4.1 Drain the Hot Side

a. Steam Operation.

- i. After completing the general shut down procedure 9.4.3.2 and after the unit cooled down, open valve V.13. Drain all heat exchangers by opening valves V.17, V.18 and V.19.

b. Hot Water Operation.

- i. After completing the general shut down procedure 9.4.3.1 open valves V.21 and V.22 and drain all heat Exchangers by opening valves V.17, V.18 and V.19.
- ii. When all the heat exchangers have drained, open valves V.11, V.23.

4.2 Drain the Cold Side

- i. open valves V.2, V.4 and V.5 and ensure V.6, V.7 and V.8 are all open in order to drain all the heat exchangers.

HEAT EXCHANGER UNIT

EXPERIMENT 1

Objectives

- i) The determination of heat losses from external heat exchanger surfaces.
- ii) The evaluation of the Overall Heat Transfer Coefficient for heat losses to atmosphere for various types of heat exchanger and materials of construction.

Background

Heat losses to atmosphere from any item of process plant equipment in a chemical plant represent an irrecoverable loss of energy, and provides a direct indication of the energy efficiency of the process. Additional energy input, in the form of heat e.g. extra steam, is necessary to overcome the effect of these losses and obviously this incurs additional cost. In the past, when energy costs could virtually be ignored, no particular emphasis is attached to these heat losses, but now, in today's energy intensive world with its high cost of energy, the situation is very different.

Heat losses to atmosphere are reduced through the extensive use of lagging, but even here an economic comparison must be made between the cost of lagging and the resultant savings in heat losses, in order to determine the optimum lagging thickness.

Consequently, the modern engineer must be able to predict and assess the effects of heat losses on a process, preferably at the design stage, in order to specify the optimum amount of lagging. Heat losses to atmosphere from plant items normally occur natural convection and can be characterized by the value of the overall heat transfer coefficient through the external wall to atmosphere. In this experiment, the actual rate of heat loss and overall heat transfer coefficient from the exchanger to atmosphere are determined for several different types of unlagged heat exchanger.

Method

READ ALL OPERATING INSTRUCTIONS FIRST AND RE-READ SECTION 9.4 IN YOUR STUDENT MANUAL TO ENSURE THAT YOU FULLY UNDERSTAND ALL SAFETY PRECAUTIONS AND OPERATING INSTRUCTIONS.

Do not start up without permission from your supervisor.

1. Choose the heat exchanger to be operated and complete pre-start-up checks.
2. Set steam on to heat exchanger at a pressure of approx 0.35 bar gauge (5 psig) on PI .3
3. Allow 5-10 minutes for the system to reach equilibrium and then record values of temperatures, pressure and condensate flow rate.
4. Increase the steam pressure PI.3 in increments of approx 0.35 bar gauge (5 psig); allow the system sufficient time to reach equilibrium and take readings as in ii. Repeat until 5 or 6 sets or reading have been taken.
5. Shut down the heat exchanger
6. Repeat the experiment for the other two heat exchangers by following the steps (i)-(v) above for each of the heat exchangers.

Questions and Tasks

- Q1 Draw a diagram of the apparatus.
- Q2 Describe the experiment in your own words.
- Q3 Calculate the heat input to each heat exchanger (Q_R) for each steam pressure.
- Q4 Show by means of a simple heat balance why $Q_R - Q_L$ where Q_L is the heat loss from the external surface area of the heat exchanger.
- Q5 Draw a graph of steam pressure against steam condensate rate, and for each heat exchanger comment upon :-
- i. the relationship between steam pressure and steam condensate rate
 - ii. the relationship between steam condensate rate from each heat exchanger when operated at a constant steam pressure.
- Q6 For a typical heat exchanger draw the expected temperature profiles
- i. through the external heat exchanger wall
 - ii. along the length of the heat exchanger

For each steam pressure, determine the steam temperature T_s and calculate the temperature driving forces for heat loss $(T_s - T_{air})$, where T_{air} is the ambient air temperature.

Q7 $Q_R = UA_{ex} (T_s - T_{air})$, where U is the overall heat transfer coefficient, and A_{ex} is the external heat transfer area of

Explain why a graph of Q_R vs $(T_s - T_{air})$ is a straight line, has a positive slope and passes through the origin.

Q8 Draw a graph of Q_R vs $(T_s - T_{air})$ and, hence, calculate the overall heat transfer coefficient for each heat exchanger given the following :

$$A_{ex} \text{ for the reboiler heat exchanger} = 0.217 \text{ m}^3$$

$$A_{ex} \text{ for the shell and tube exchanger} = 0.254 \text{ m}^2$$

$$A_{ex} \text{ for the alloy 316 heat exchanger} = 0.15 \text{ m}^2$$

Q9 The equation for the heat flow through a thick walled pipe can be applied to the heat flow, by conduction, through the external glass walls of the reboiler and shell and tube heat exchanger.

Derive the expression for heat flow through a thick walled pipe.

$$Q = \frac{2\pi r_m k L (T_1 - T_2)}{(r_2 - r_1)}$$

where r_1 = internal pipe radius (m)

r_2 = external pipe radius (m)

L = length of pipe (m)

T_1 = inside surface temperature of pipe ($^{\circ}\text{K}$)

T_2 = outside surface temperature of pipe ($^{\circ}\text{K}$)

k = thermal conductivity of pipe wall material (w/m k)

r_m is the log mean radius for heat flow (m²) and is given by

$$r_m = \frac{(r_2 - r_1)}{\ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right)} \quad (\text{m})$$

Q10 (a) Derive the equation for the heat loss from the surface of a heat exchanger, namely :

$$Q = \frac{(T_s - T_{air})}{\frac{1}{h_s A_{in}} + \frac{(r_2 - r_1)}{2\pi r_m k L} + \frac{1}{h_{air} A_{ex}}}$$

- where A_{in} = internal surface area of the heat exchanger (m^2)
 A_{ex} = external surface area of the heat exchanger (m^2)
 h_s = heat transfer coefficient from steam to inside surface of the heat exchanger (w/m^2K)
 h_{air} = heat transfer coefficient from the outside surface of the heat exchanger of air
(w/m^2K)

- (b) Assuming that $A_{in} = A_{ex} = A_m = 2\pi r_m L$ then derive the general relationship for heat loss from an exchanger

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_s} + \frac{\text{wallthickness}}{k} + \frac{1}{h_{air}}$$

- Q11 Using you calculated values for the overall heat transfer coefficients from Q8, and the equation in Q10
(b) comment on the relative magnitude of h_s and h_{air} and their effect on U.
- Q12 The value of Q_R as determined in Q3 is not completely accurate since the steam feed to the heat exchanger may be wet. How will the entrainment of water in the steam feed affect the calculated values of U?
- Q13 (a) Calculate the fraction of Q_R actually transferred to the surroundings as a heat loss ,when Q_R is calculated from the measured steam condensate rate, if steam to the heat exchanger contain 0.1 % by volume of water at a pressure of 0.4 bar g. (At this pressure steam volume is $1.225 m^3/kg$ and assume that the s.g. of water is 1.0)
(b) Using the results from (a) re-determine the overall heat transfer coefficients.

HEAT EXCHANGER UNIT

EXPERIMENT 1

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

HEAT EXCHANGER UNIT

Heat Exchanger	PI5 (bar g)	PI3 (bar g)	TI3 (°C)	T _{Air} (°C)	Steam Condensate (cm ³ /min)

EXPERIMENT 2

Objectives

To compare the heat transfer capabilities of a coil type heat exchanger, a stainless steel plate heat exchanger and a shell and tube type heat exchanger by evaluating the overall heat transfer coefficient when hot water and cooling water are used as heat source and sink, respectively.

Background

The rate of heat transfer in a heat exchanger is given by the familiar equation

$$q = UA\Delta T_{lm}$$

where q = Rate of heat transfer
 U = Overall heat transfer coefficient
 A = Area over which heat transfer takes place
 ΔT_{lm} = Log mean temperature difference

From this, it is evident that the rate of heat transfer q is directly proportional to the value of the overall heat transfer coefficient U . However, U is itself dependent on such things as the flow conditions of the fluids within the heat exchanger (i.e. laminar or turbulent), the material of construction and thickness of the heat exchanger wall, the design of the heat exchanger even the number of baffles and baffle spacing in shell and tube heat exchangers affect the value of the overall heat transfer coefficient. In short, the performance of any heat exchanger as characterized by the value of the overall heat transfer coefficient can be seen to be a function of both fluid flow conditions and also the physical design, layout and materials of construction of the heat exchanger.

This experiment examines three heat exchangers of differing designs and materials of construction but all with identical areas for heat transfer – 0.5 m^2 – thus allowing direct comparison and also determines the U value for these heat exchangers for the situation whereby heat is transferred from hot water to cold water. Comparisons of the U values can then be made.

Method

READ ALL OPERATING INSTRUCTIONS FIRST AND READ SECTION 8 IN YOUR STUDENT MANUAL TO ENSURE THAT YOU FULLY UNDERSTAND ALL SAFETY PRECAUTIONS AND OPERATING INSTRUCTIONS.

DO NOT START UP WITHOUT PERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR.

- i) Choose the heat exchanger to be operated and complete the pre-start up checks.
- ii) Start up cold water circuit for counter current operation with a flow rate of 2 liters/min
- iii) Turn on the heater and set temperature at a constant value between 55-70 C.
- iv) Allow the system to reach equilibrium and then take temperature, pressure, and flow rate readings.
- v) Repeat the instructions (iii) and (iv) for at least 2 more temperature set points. Take 3 to 5 readings of each value to obtain an average value.
- vi) Shut down the heat exchanger
- vii) Repeat the whole experiment for the other two heat exchangers.

HEAT EXCHANGER UNIT

EXPERIMENT 2

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

HEAT EXCHAGER _____

FLOW DIRECTION _____

TIME

COLD WATER

FI1 l/min _____

PI1 bar g _____

PI2 bar g _____

TI1 °C _____

TI2 °C _____

HOT WATER

FI2 /min _____

PI3 bar g _____

PI4 bar g _____

TI3 °C _____

TI4 °C _____

Questions and Tasks

- Q1. Draw a diagram of the apparatus.
- Q2. Describe the experimental procedure in your own words.
- Q3. Calculate the heat transferred to the cold water, Q_C and the heat input to the heat exchanger, Q_R , for each experimental result.
- Q4. Show, by means of a simple overall heat balance, why Q_R does not equal Q_C .
- Q5. Draw a graph of Q_C against Q_R and explain why this graph is a straight line, does not pass through the origin, has a positive slope and negative intercept on the Q_C axis. What is the value of this intercept and what does it represent?
- Q6. (a) Draw the expected temperature profiles :-
- i) through the heat exchanger external wall and
 - ii) along the length of the heat exchanger external wall (plot T_h and T_{air} against % distance along heat exchanger)
- (b) Derive the relationship

$$Q_R - Q_C = U_{ex} A_{ex} \left[\frac{(T_{hi} - T_{ho})}{\ln \frac{(T_{hi} - T_{air})}{(T_{ho} - T_{air})}} \right]$$

where T_{hi} is the inlet temperature of hot water,
 T_{ho} is the outlet temperature of hot water,
 T_{air} is the ambient temperature,
 U_{ex} is the overall heat transfer coefficient from hot water to air and
 A_{ex} is the external heat transfer surface area of the heat exchanger.

- (c) Calculate the overall heat transfer coefficient between hot water and air if :-

$$A_{ex} \text{ for the reboiler heat exchanger HE1} = 0.217 \text{ m}^2$$

$$A_{ex} \text{ for the alloy 316 heat exchanger HE2} = 0.466 \text{ m}^2$$

$$A_{ex} \text{ for the shell and tube heat exchanger HE3} = 0.254 \text{ m}^2$$

- Q7. Draw the expected temperature profiles :-
- between hot water and cold water through the heat exchanger internal wall.
 - for the expected temperature variation of the hot and cold fluids as they pass through the heat exchanger (plot T_h and T_c against % distance along heat exchanger)
- Q8. For each cold water flow rate, determine
- the temperature driving forces for heat transfer at the inlet and outlet of the heat exchanger ΔT_1 and ΔT_2 respectively
 - show log mean temperature driving forces
 - determine the log mean temperature driving force ΔT_{lm}
- Q9. Draw a graph of Q_c (as evaluated in Q3) against the log mean temperature driving forces (as determined in Q10). Explain why this graph is a straight line, has a positive slope and passes through the origin. Also, determine U_{in} .
- Q10. How would you expect the efficiency of heat transfer between hot water and cold water to be affected if the direction of flow of the cold water is reversed?

DOUBLE EFFECT EVAPORATION

General Oppressions

The unit consisted of two 20 liter evaporation units which may be operated as one single effect evaporator or linked together so that the vapour generated in the first effect is used to heat the second effect and double affect operation is achieved. The feed arrangement is such that forward feed or parallel feed operations may be investigated.

Each evaporator unit is heated by an external reboiler with a steam coil in shell heat exchanger of area 0.5 m^2 and the vapour evaporated off is condensed in a coil condenser with an area of 2.5 m^2 .

Vacuum is applied to the unit via the connection after the second effect condenser and also via a condensate receiver to the first effect on start-up.

Feed liquor is supplied to the unit by gravity from an overhead vessel and steam, cooling water and vacuum services are supplied together with the necessary instruments and valves to monitor and control pressures, temperatures and flow rates.

The maximum evaporation rate of the unit is approximately 20 kg of water per hour at the highest steam pressure and vacuum.

The Plant in Detail

Please refer to figure 1

1. Modes of Operation

The plant has been arranged to operate in number of ways

(i) Single Effect Operation – the second effect is used in isolation from the first effect and effectively turns the unit into a single stage evaporator capable of operation either at atmospheric pressure or under vacuum conditions.

(ii) Double Effect Evaporation-two identical evaporators provide the basis for operation of the unit as a double effect evaporator. Under normal operating conditions the vapours from the first effect provide the heating medium for the second effect which is normally operated under vacuum conditions.

When the unit is operating as a double effect evaporator further options are available with regard to the method of feeding.

a. Feed Forward Operation. The total feedstock is fed to the first effect and concentrated liquor from this effect then overflows into the second effect.

2. Principles of Operation

Water is charged to the feed vessel and monitored into the unit through flowmeter FI.1. (on extreme left hand side of diagram ,figure 1)

When the unit is operated as a standard forward feed double effect evaporator ,all the feed stock is passed into the reboiler system of the first effect.

The first effect comprises of a 20 litres spherical glass vessel with an external reboiler in a thermosyphon loop arrangement. This reboiler is heated using an external steam supply (up to a maximum pressure of 3.5 bar g) to evaporate water from the bulk liquid in the first effect. Vapour generated in the first effect is fed directly to the heating coils of an identical reboiler in the second effect. Excess liquid from the first effect is transferred to the second effect via a manually operated regulating valve which is used to control the liquid level in the first effect.

The temperature of the liquid in the first effect is monitored on temperature indicator TI.1 and the corresponding operating pressure measured by pressure indicator in PI.2.

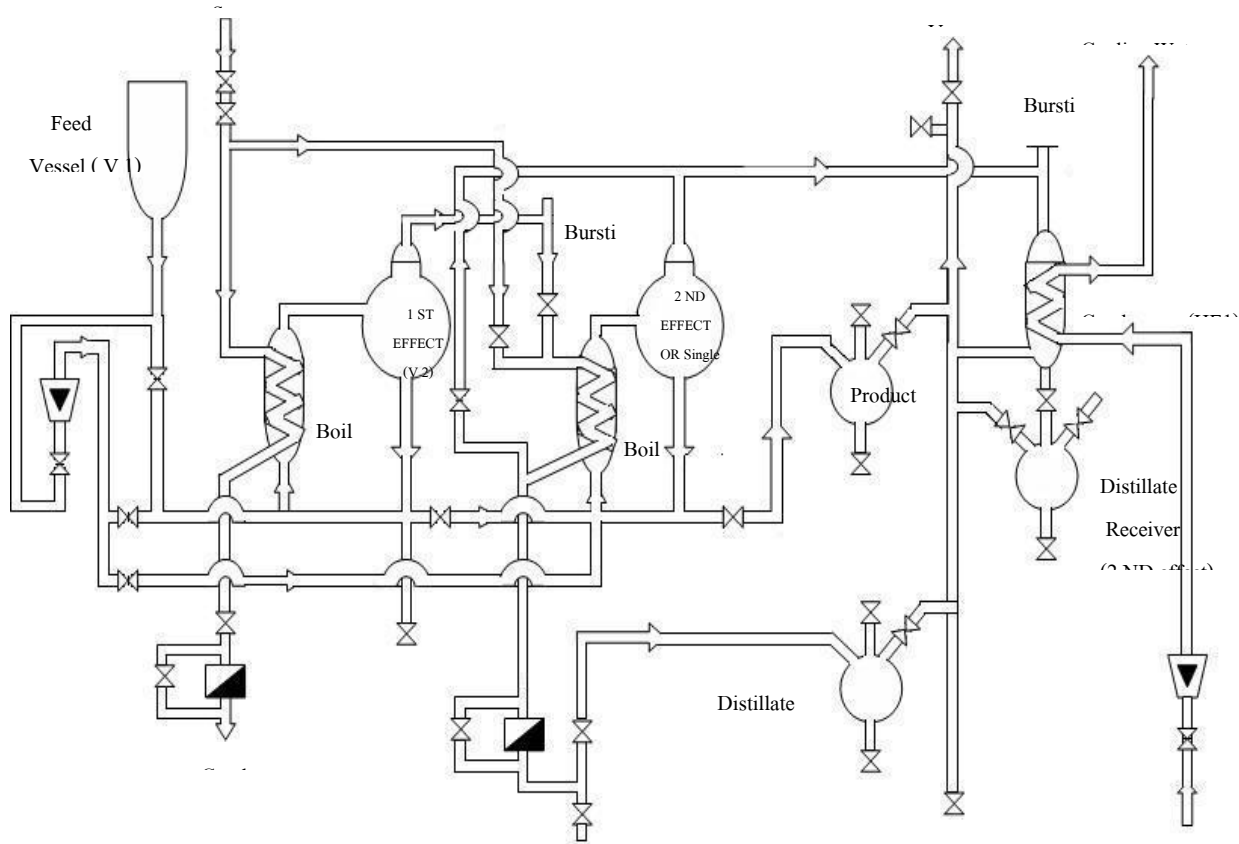
The second effect is basically identical to the effect ion that it comprises a 20 litres vessel with an external reboiler in a thermosyphon loop arrangement. Vapours driven off from this second effect are totally condensed and the liquid collected can be measured later

Liquid concentrate overflows from the second effect to a different receiver vessel and can again be discharged and measured. The temperature of the liquid in this effect is monitored on temperature indicator TI.2 and the operating pressure measured by pressure indicator PI.3.

Cooling water the condenser is controlled by the flow control valve FCV.2, its pressure is monitored by pressure indicator PI.5 and the inlet and outlet temperature measured by temperature indicators TI.3 and TI.4.

Pressure control valve PCV.2 and monitored on PI.4. All the receivers are arranged to facilitate removal of concentrate, condensate etc under vacuum conditions.

The unit is converted, simply, for use a single effect evaporator merely by isolating the first effect (closing valves V.1,V.2,v.4 and V.7) and letting all the feed flow directly into the second effect. The second effect then becomes a single effect evaporator in its own right and can be operated in the general manner described above, but in this instance, an external steam supply is used.



The Plant Specification

1. Process Equipment

i) Feed vessel (V 1)

Graduated cylindrical vessel, capacity 30 litres.

ii) Evaporator first effect

Total working capacity (vessel and heater) : 18 litres.

a. Spherical Vessel (V 2)

Nominal capacity : 20 litres

Working capacity : 13 litres

b. Heat Exchanger : Coil Boiler Type (HE 2)

Heat transfer area 0.5 m²

Maximum operating pressure 3.5 bar gauge

Typical overall heat transfer coefficient 80W/m² °K

iii) Evaporator second effect

Total working capacity (vessel and heater) : 18 litres.

a. Spherical Vessel (V 3)

Nominal capacity : 20 litres

Working capacity : 13 litres

b. Heat Exchanger : Coil Boiler Type (HE 3)

Heat transfer area 0.5 m²

Maximum operating pressure 3.5 bar gauge

Typical overall heat transfer coefficient 80W/m² °K

iv) Condenser/cooler (HE 1)

Heat transfer area 2.5 m²

Maximum operating pressure 2.7 bar gauge

Typical overall heat transfer coefficient 60W/m² °K

v) Condensate receivers (V 4, V5)

One vessel is supplied for each of the two effects to collect condensate.

Spherical Vessels

Number 2

Capacity (each) 5 litres

vi) Condensate receivers (V 6)

Spherical Vessels

Capacity 5 litres

2. Process Instrumentation

(i)	FI.1	Feed Flowmeter	Variable area type, range : 0-16 litres/hour
(ii)	FI.2	Cooling water flowmeter	Variable area type, range : 0-16 litres/hour
(iii)	PI.1	Steam supply pressure indicator	Bourdon type, range : 0-4.0 bar gauge
(iv)	PI.2	1 st effect operating pressure indicator	Bourdon type, range : -1-0.0 bar gauge
(v)	PI.3	2 nd effect operating pressure indicator	Bourdon type, range : -1-0.0 bar gauge
(vi)	PI.4	Vacuum supply pressure	Bourdon type, range : -1-0.0 bar gauge
(vii)	PI.5	Cooling water pressure	Bourdon type, indicator range : 0-4.0 bar gauge
(viii)	TI.1	1 st effect temperature indicator	Remote reading, filled system, dial thermometer, range 20-120 °C
(ix)	TI.2	2 nd effect temperature indicator	Remote reading, filled system, dial thermometer, range 20-120 °C
(x)	TI.3, TI.4	Cooling water temperature indicators	Locally mounted dial thermometer, range 0-50 °C

3. Materials of Construction

All item of equipment in contact with the process materials are constructed from borosilicate glass and P.T.F.E. with the exception of the flow meter floats and thermometer bulbs, which are fabricated from stainless steel.

Safety and Operating Procedures

1. Safety Instructions for Students

- i. Students must not carry out laboratory work without the supervision of a lecturer.
- ii. Plastic gloves and eyeshields must be worn when handling corrosive liquids, and thermally resistant gloves when adjusting steam valves.
- iii. All experiments involving a potential explosive hazard must be conducted behind special shields.
- iv. When working with solvents etc., ensure that the apparatus is adequately vented.
- v. All used solvents should be handed to the technician and not disposed of into drains or laboratories sinks.
- vi. Smoking is forbidden in all laboratories.
- vii. Safety helmets must be worn.
- viii. Services equipment (vacuum generators) must not, in any circumstances, be started up by students without supervision.
- ix. Gas cylinders, when in use, should be adequately strapped to bench and supported in the upright position, away from sunlight or flames. Ensure that cylinders are shut – off
- x. Before using any chemical, ensure that you are familiar with its hazards and with emergency procedures.
- xi. If in doubt, ask the lecturer in charge.
- xii. If chemical spillage occurs, evacuate the laboratory in an orderly fashion.

1.1 Departmental Safety Schedule

FIRE

- i. In the event of a serious outbreak of fire, it is the responsibility of ALL staff on the premises to ensure the safety of the students.
- ii. Lecturers in charge of classes should, when the alarm sounds, accompany their students to a safe place outside the building taking class register to check that all students are safely out of the building.
- iii. Technicians should take emergency safety precautions as necessary with operating equipment, e.g. switch off all pumps, motors, etc., and then leave the building by nearest exit away from the fire.
- iv. When building has been evacuated, lecturer on departmental duty rota should report to the Head of department that the building is clear.

GENERAL SAFETY

- i. All hazardous chemicals must be kept (when not in use) in the chemical stores.
- ii. No laboratory work can be conducted by students without the supervision of a lecturer. It is the duty of the lecturer conducting a practical class to ensure that all reasonable safety precautions are taken (in relation to the specific experiment carried out either by incorporation of safety instructions in the laboratory sheet, or by oral instruction if no formal laboratory sheet exists, e.g. use of plastic gloves and eye shields when handling corrosive liquids; shields in front of equipment where potential explosive hazards exist; etc.

In view of potential toxicity of solvent vapours, etc., all laboratories should be adequately ventilated during experimental work. Check that vents to atmosphere are not blocked.

All used solvents must not be disposed of into drains or laboratory sinks.

Floors beneath equipment should be cleared of containers after experiments and spills, condensate etc, are all mopped up.

2. General Start up Procedure

2.1 Pre-Start up Checks

- i. Ensure that the condition of the feed in the two evaporator vessels is correct and that liquid level is up to the top of the reboiler sidearms, that is, to slightly over halfway up the evaporator vessel. If necessary, top up or fill the vessels following the charging and Draining Procedure.
- ii. Inspect the equipment visually for glass breakages and chemical leakage. Replace any defective item in accordance with the CTS 5 Installation and Maintenance manual.
- iii. Complete valve check list.

VALVE CHECK LIST

		OPEN	CLOSED
V.1.	Feed vessel valve.		X
V.2.	First effect feed valve.		X
V.3.	Second effect feed valve.		X
V.4.	Connecting valve.		X
V.5.	Drain valve.		X
V.6.	Connecting valve.		X
V.7.	Second effect isolation valve	X	
V.8.	Drain valve		X
V.9.	Vacuum connecting valve	X	
V.10.	Vent valve		X
V.11.	Pressure reducing steam valve		X
V.12.	First effect steam valve		X
V.13.	Steam trap by-pass valve	X	
V.14.	Steam condensate valve	X	
V.15.	Second effect steam valve		X
V.16.	Vent valve		X
V.17.	Steam trap by-pass valve	X	
V.18.	Condensate drain valve	X	
V.19.	Condensate valve		X
V.20.	Condensate vessel vent valve	X	
V.21.	Condensate vacuum valve		X
V.22.	Condensate receiver drain valve		X
V.23.	Vacuum line vent valve	X	
V.24.	Vacuum connecting valve	X	
V.25.	Vent valve	X	
V.26.	Drain valve		X
V.27.	Isolation valve	X	
V.28.	Vacuum isolation valve		X

	OPEN	CLOSED
PCV.1 Feed flow control valve		x
PCV.1 Cooling water flow control valve		x
PCV.1 Steam control valve		x
PVC.1 Vacuum bleed control valve	x	

2.2 Start up Circuit I. Cooling Water. (Blue Circuit)

Safety Precautions

- a. Do not open FCV.2 abruptly, open slowly to avoid pressure surge to the cooling system.
- b. Do not allow the water pressure to exceed 2.7 bar g maximum as indicated by P1.5..
- c. Adjust FCV.2 until a reading of mid-scale is shown on flowmeter F1.2.
- d. If no flow is indicated check cooling water system and valves before continuing.

Action To provide cooling water to the condenser.

- i. Open the water flow control valve FCV.2 slowly until a flowrate of mid-scale is shown on flowmeter.

2.3 Start-up Vacuum/Vent. (Green Circuit)

Action : - Set for atmospheric operation (Single effect)

Safety Precautions

- i. Always maintain V.25. and V.23. in the open position.
Failure to do so may result in the system pressurizing.
- ii. Check vent valves V.25, and V.23. are open.
- iii. Check vacuum isolate valve V.28. is closed.

A) Action : - Set for vacuum operation (Single effect)

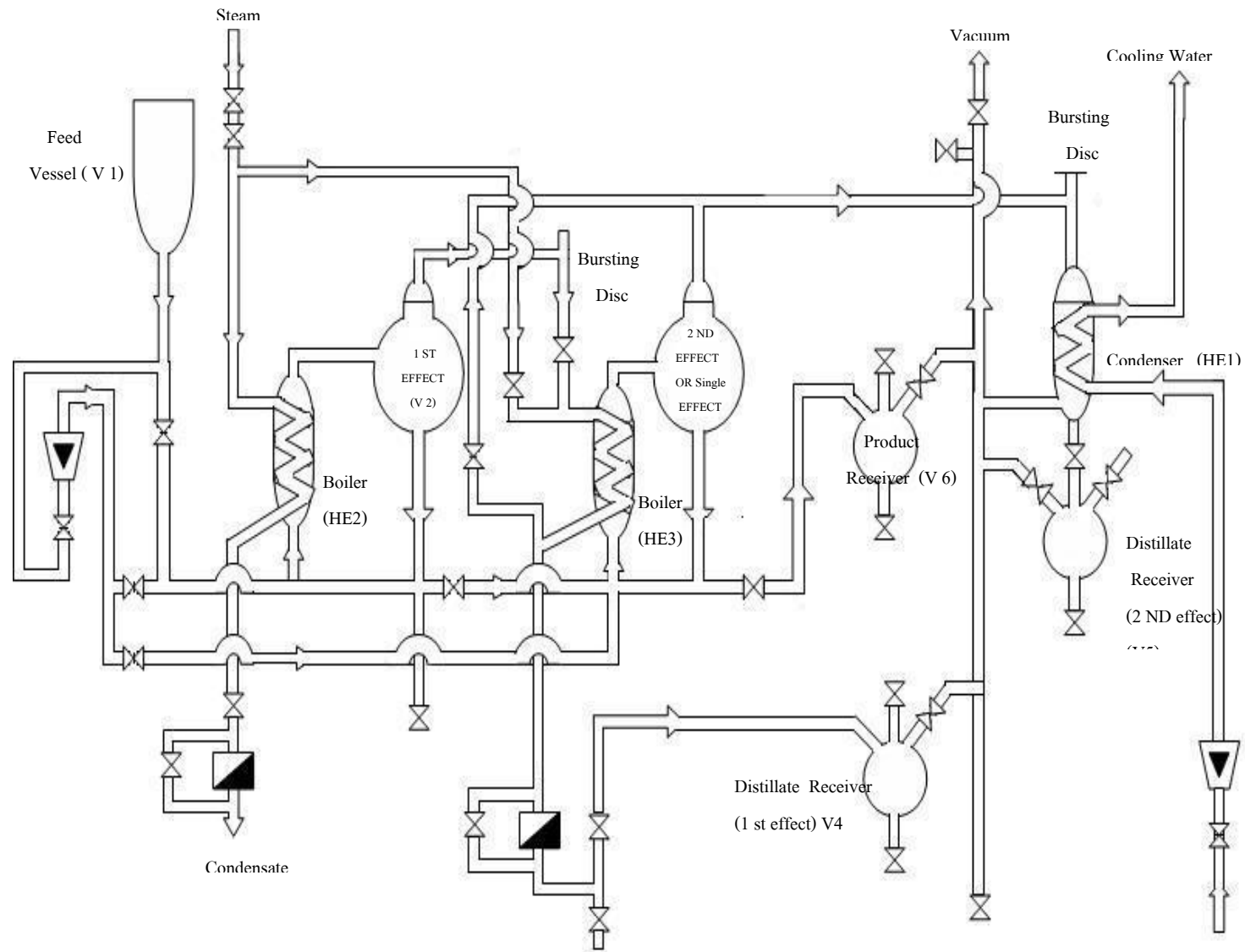
- i. Close vent valves V.25 and V.23 and open valve V.19.
- ii. Open vacuum isolation valve V.28 to apply vacuum to the system.
- iii. Monitor vacuum gauge PI.4 and adjust vacuum pressure control valve PCV.2 to obtain the desired vacuum.

B) Action: - Set for vacuum operation (Double effect)

- i. Close vent valves V.25, V.20 and V.23
- ii. Open vacuum isolation valves V.28 and V.21 to apply vacuum to the system.
- iii. Monitor vacuum gauge. PI.4 and adjust Vacuum pressure control valve PCV.2. to obtain the desired vacuum.

2.4 Start-up Heating (Non Circuit)

- a. Do Not turn steam on to the heat exchangers unless the liquid level in the spherical vessels is at its normal working level. The normal working level is when the side connection on the spherical vessel is just full of water.
 - b. When heat is being supplied to the heat exchangers do not allow the liquid level within the spherical vessels to fall below the level of the steam inlet.
 - c. Do not open steam valves V.12 or V.15 abruptly, open slowly and allow any condensate to drain through the traps before increasing steam pressure to avoid excessive vibration of the heating coil.
 - d. Ensure steam traps are operating effectively, if not close steam valves V.12 and V.15 and follow general shut down procedure before investigating the problem.
 - e. Ensure that the steam main is correctly connected ie.
 - i) to second effect reboiler (single effect).
 - ii) to first effect reboiler (Double Effect).
- A) Action : - Set steam on to reboiler (single effect)
- i. Check steam trap by pass valve V.17 is open . Check V.18 is open and close V.7.
 - ii. open steam isolation valve V.15.
 - iii. Partially open steam pressure control valve PCV.1.
 - iv. Following the initial surge of condensate and when a steady flow of steam issues from the condensate drain, close valve V.17.
 - v. Monitor the steam pressure gauge PI.1 and adjust the steam pressure control valve PCV.1 to obtain a steam pressure reading of approximately 2.5 bar g.
 - vi. Allow a period of approximately 15-30 minutes for the equipment to reach thermal equilibrium with the surroundings when a steady continuous flow of distillate may be observed flowing from the condenser.
 - vii. adjust the steam pressure to the desired value and the equipment may be operated to the requirements of the experiment to be performed.



B) Action : - Set steam on to both reboilers (Double Effect)

- i. Check steam trap by pass valve V.13 and condensate valve V.14 are open.
- ii. Close valve V.18 slowly and open isolation valve V.16 and V.19
- iii. Close steam trap by pass valve V.17.
- iv. Check valve V.15 is closed.
- v. Open steam isolation valves V.11 and V.12.
- vi. Partially open steam pressure control valve PCV 1.
- vii. Following the initial surge of condensate and when a steady flow of steam issues from the condensate drain, close valve V.13
- viii. Monitor the steam pressure gauge PT.1 and adjust the steam pressure control valve PCV.1 to obtain a steam pressure reading of approximately 2.5 bar g.

3. General Shut down Procedure

3.1 Shut down Vacuum / Vent (Green Circuit)

- Atmospheric operation

No Action.

- Vacuum Operation

Safety Precautions

- a. Do not open vent valves V.25 or V.23 before closing vacuum isolation valve V.28.

Action : - Reduce Vacuum

- i. Close vacuum isolate valve V.28.
- ii. Partially open vent valves V.25 and V.23.
- iii. Monitor vacuum gauges PI.2 and PI.3 and when the system pressure stabilizes at atmospheric pressure open vent valves V.25 and V.23 completely.

3.2 Shut down Heating (Red Circuit)

Action : - Isolate steam to reboiler (single effect).

- i. Close steam pressure control valve PCV.1 and isolation valve V.15.

Action : - Isolate steam to reboiler (Double effect)

- ii. Close steam pressure control valve PCV.1 and isolation valve V.12.

3.3 Shut down Heating (Blue Circuit)

Safety Precautions

- a. Do not isolate cooling water until the steam has been shut down for at least 5 minutes and no vapours can be observed in the condenser.

Action : - Isolate cooling water to condenser

- i. Close cooling water flow control valve PCV.2

The shut down procedure is now complete with the equipment in a condition in which it may be left safely.

4. General Operating Instructions

4.1 Cooling Water Control

Safety Precautions

- a. Do not open PCV.2 abruptly, open slowly to prevent pressure surge in the system.
- b. Do not allow the water pressure to exceed 2.7 bar g maximum as indicated by PI.5.
- c. Ensure that the outlet water temperature TI.4 does not exceed the inlet water temperature TI.3 by more than 12°C.
- d. Monitor the flow indicator and adjust the water flow control valve PCV.2 to obtain the desired water flowrate reading or temperature rise.

4.2 Vacuum Control

Safety Precautions

- a. It is recommended that only fine adjustment of the vacuum should be made when the unit is operational. A large increase in vacuum during operation will lower the boiling point of the working fluid considerably, resulting in a sudden release of vapour which may cause surging through the condenser.
- b. Monitor the vacuum gauge PI.4 and adjust the vacuum bleed valve PCV.2 to maintain the desired operating vacuum.

4.3 Heating (Steam Pressure Control)

Safety Precautions

- a. Do not increase the operating steam pressure to such a value that vapour passes through the condenser without condensing.
- b. Ensure that steam only flows to the second effect boiler during single effect operation.
- c. Ensure that the pressure reducing valve V.11 is initially set such that a maximum pressure of 3.5 bar g cannot be exceeded.

- d. Monitor the pressure gauge PI.1 and adjust the steam pressure control valve PCV.1 to obtain the desired steam pressure.

Adjustments of PCV.1 should be made in small increments, with sufficient time allowed between increments for the system pressure to stabilize.

4.4 Feed Flow Control

Safety precautions

- a. Ensure that the feed flowrate as indicated on PI.1 is at a rate great enough to maintain liquid levels in the spherical vessels such that the side neck on these vessels is just full.
- b. Observe the level in the feed vessel and top up as necessary during the course of the experiment.

Action : Set feed on to evaporator : Single Effect

- i. Close V.2, open V.3.
- ii. Adjust PCV.1 to give the required flowrate and ensure this remains open.

Action : Set feed on to evaporator. Double Effect

- i. Close V.3. Ensure V.4 is closed. Open V.2.
- ii. Adjust PCV.1 to give the required flowrate.
- iii. Slightly open V.4 and adjust as necessary in order to maintain the liquids in the spherical vessels at their correct levels.
- iv. Ensure valve on PI.1 remains constant by adjusting PCV.1 as necessary.

Safety precautions

- a. All sample will be hot. Care must be taken when collecting them. It is recommended that gloves be worn when taking samples.
- b. When in the process of draining or sampling from any of the receiver vessels the valves V6, V19 and V 247 will be closed. These valves must be closed for the minimum amount of time as liquid will tend to back up. In the distillate receiver the vacuum connecting line may become blocked. This is to be avoided at all costs. With V 19 closed, condensate will back up and could result in pressurizing the first effect evaporator, eventually leading to failure of the bursting disc.

Sampling Draining at Atmospheric Pressure Operation or under Vacuum Operation

- i. Steam condensate first effect
Sample directly from V.13.
- ii Steam condensate Second Effect

Closed V.19. If operating under vacuum conditions close V.21 and slowly open V.20. Drain the contents through v.22 into a suitable receiver. When fully drained, closed V.22 and V.20. Slowly open V.21 and then open V.19.

iii. Product

Closed V.6. If operating under vacuum conditions in the Second Effect, close V.9 and slowly open V.10. Drain the contents of the product receiver through V .8 into a suitable receiver. When complete close V.8 and V.10. Slowly open V.9 and then V.6.

iv. Distillate

Closed V.27. If operating under vacuum conditions, close V.24 and slowly open V.25. Drain the vessel contents through V.26 into a suitable receiver. When complete, close V.26 and V.25. Slowly open V.24 and then open V.27.

Appendix 1

Boiling Point of Water at Elevated Pressure

Pressure bar (g)	Boiling Temperature (°C)
0.01	100
0.36	109.6
0.68	113.3
1.02	119.6
1.31	124.6

Boiling Temperature (°C)	Latent Heat (KJ/kg)
10	2257
102	2252
104	2246
106	2241
108	2236
110	2230
112	2225
114	2219
116	2214
118	2209
120	2203
122	2197
124	2191
126	2185
128	2181
130	2174

4.6 Charging

Safety Precautions

- a. The initial charging or topping up of both effects should not be performed whilst the unit is operational.
 - i. Open feed vessel valve V.1 slightly and allow the first effect to fill up to the required level.
 - ii. If both effects need topping up, open V.4 when level in first effect is greater than second and fill both effects to required level.

4.7 Draining

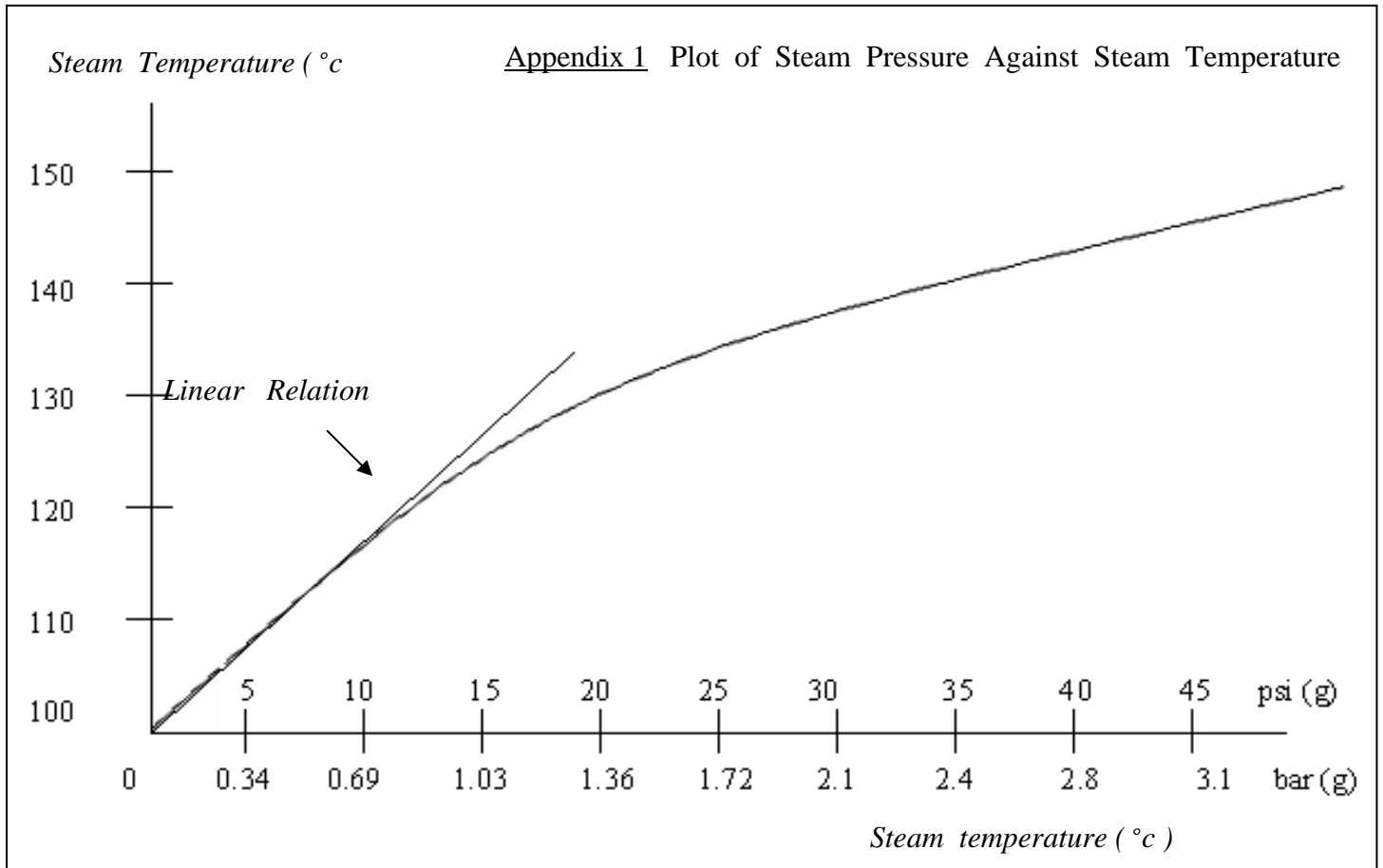
Safety Precautions

- a. Ensure that the contents are cool.
- b. Open drain valves and allow contents to drain into containers.

Appendices

Appendix 1. Physical Properties of Water at Elevated Pressures.

Appendix 2. Physical Properties of Water at Reduced Pressures.



Appendix 2 Boiling Point of Water at Reduced Pressure.

Vacuum (mms of Hg)	Boiling Temperature (°C)
0	100
50.8	98
101.6	96
152.4	94
203.2	91.5
254.0	89
304.8	86.3
355.6	83.3
406.4	79.9
457.2	76.4
508.0	71.9
558.8	66.7
609.6	60.4
660.4	51.8
711.2	38.4

Boiling Temperature (°C)	Latent Heat (kJ/kg)
100	2257
98	2262
96	2267
94	2272
92	2278
90	2283
88	2288
86	2293
84	2298
82	2304
80	2308
78	2313
76	2318
74	2333
72	2328
70	2333
68	2338
66	2343

Boiling Temperature (°C)	Latent Heat (kJ/kg)
64	2348
62	2353
60	2358
58	2363

Reading List

Perry, R.G. and Chilton, C.H. "Chemical Engineers Handbook" (5th Edition), McGraw-Hill,1979.

Lorian,M.g. "Chemical Engineering Operations",Constable,1959.

Coulson,J.M. and Richardson ,J.F. "Chemical Engineering Volume 2 (2nd Edition)",Pergamon Press,1968.

Badger, W.L. and Banchero, J.T. "Introduction to Chemical Engineering", McGraw-Hill,1976

Blackadder, D.A. and Nedderman,R.M. "A Handbook of Unit Operations",Academic Press,1971.

Peters,M.S. "Elementary Chemical Engineering", McGraw-Hill,1955.

Rumford, F. "Chemical Engineering Operations (2nd Edition)",Constable,1957

Backhurst,J.R. and Harker, J.H. "Process Plant Design",Heinemann,1973.

A = area $m = 1$

A_e = area for evaporative heat transfer (m^2)

A_f = film Area (m^2)

A_m = mean area for heat transfer (m^2)

A_{se}	=	area for sensible heat transfer (m^2)
C_p	=	specific heat (kJ/Kg K)
d	=	diameter (m)
F	=	feed rate
h	=	heat transfer film coefficient (W/m^2K)
h_c	=	cold side film heat transfer coefficient (W/m^2K)
h_h	=	hot side film heat transfer coefficient (W/m^2K)
h_{fso}	=	resistance due to scale, outside
h_{fsi}	=	resistance due to scale, inside
k	=	thermal conductivity (W/m^2K)
L	=	length of evaporator over which heat transfer takes place or wall thickness (m)
M	=	vapour flowrate (kg/sec)
P	=	pressure (bar g).
Q	=	heat flow (kW)
Q_e	=	evaporative heat load (kW)
Q_L	=	heat losses from evaporator (kW)
Q_{se}	=	sensible heat load (kW)
Q_{st}	=	rate of heat transfer by steam condensation (kW)
R	=	resistance to heat flow
T	=	temperature ($^{\circ}C$)
T_f	=	feed temperature ($^{\circ}C$)
t	=	time (hours)
Δt	=	temperature difference ($^{\circ}C$)
Δt_{lm}	=	log mean temperature driving force ($^{\circ}C$)
Δt_{lmse}	=	log mean temperature driving force for sensible heat transfer ($^{\circ}C$)
Δt_{lmse}	=	$\frac{(T_s - TI1) - (T_s - TI2)}{\ln \frac{(T_s - TI1)}{(T_s - TI2)}}$
Δt_f	=	temperature drop across the film ($^{\circ}C$)
U	=	overall heat transfer coefficient for heat transfer (w/m^3K)
V	=	velocity (m/second)
λ	=	latent heat of vaporization of water at pressure (kJ/kg)

λ_{st} = latent heat of condensation of steam at a pressure inside the steam chest (kJ/kg)

Subscripts

0.1.2.3 = number of component or effect

c = cold side

h = hot side

i = inside

m = mean

o = outside

w = wall

DOUBLE EFFECT EVAPORATOR

EXPERIMENT 1

Objectives

For Single Effect Evaporation:-

- i. Investigate the effect of variations in steam pressure on capacity.
- ii. Calculate the heat loss.

Background

Evaporation is a process for producing a concentrated solution. Concentration in this case is achieved by heating the solution, thereby vaporizing the carrier liquor. The concentrated solution is normally the required product and is often sold directly in this form. Sometimes the hot concentrated liquor is allowed to cool, so that the solids present can crystallize out.

The rate of evaporation is called the evaporator capacity and is one of the principal measures of performance.

It depends on the following factors :-

- a. The rate at which heat is supplied.
- b. The flow rate and sensible heat required by the feed to raise it to its boiling temperature.
- c. The temperature difference between the heating fluid (usually pressurized steam) and the liquor boiling temperature.
- d. Heat losses during the evaporation process.

These factors are linked by the following expression which is derived from heat and mass balances. (See your student manual for notation)

$$Q = (m_c + m) \times C_p \times (T_1 - T_f) + m_e + Q_L$$

Is this experiment single effect evaporation is studied at constant (atmospheric) pressure, so that there is no variation in the boiling temperature of the feed liquor. Steam pressure used for heating is altered and results obtained to allow investigation of the effect on evaporator capacity and calculation of the heat loss.

Method

READ ALL OPERATION INSTRUCTIONS FIRST AND READ SECTION 10 IN YOUR STUDENT MANUAL TO ENSURE YOU FULL UNDERSTAND ALL SAFETY AND OPERATION INSTRUCTIONS, PAYING PARTICULAR ATTENTION TO THOSE PARAGRAPHS REFERRED TO BELOW.

DO NOT START UP WITHOUT PERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR.

SAFETY GLASSES MUST BE WORN AT ALL TIMES

For this experiment use the second effect only.

- i. Start-up - atmospheric operation10.2.1
 - single effect10.2.4
- ii. Measure the ambient air. Temperature and water feed temperature.
- iii. Set feed flow control valve FCV.1 to give a mid-range value on the Rotameter FI.110.4.4

Adjust at beginning to ensure liquid level in evaporator vessel (V3) is constant, but do not alter when steady state conditions have been achieved.
- iv. Adjust cooling water flow rate using FCV. 2 to give temperature difference across condenser (TI.4-TI.3) in range 5-15°C.10.4.1
- v. When steady state conditions are achieved (i.e. PI.1, TI.2, FI.2 and temperature difference across the condenser and all constant), start collecting the steam condensate from V.18, distillate in the receiver vessel (V4) and product in the receiver vessel (V6). Measure the volumes collected over a period of 15-20 minutes. During this time, check and record readings (as above) at 5 minute intervals to ensure steady state conditions are maintained.
- vi. Repeat the experiment for various steam pressures, say 3.0, 2.5, 2.0, 1.5 bar g, using steam control valve PCV.1 and pressure indicator PI.1.10.2.4

Allow 5-10 minutes after changing steam pressure for equilibrium conditions to be achieved.

vii. Record air and feed water temperature.

vi. shut down10.3

Questions and Tasks

- Q.1 Draw a labeled diagram of the equipment.
- Q.2 Briefly describe the experimental procedure in your own words.
- Q.3 Define the term 'capacity'
- Q.4 Draw of graph of evaporation rate against steam pressure.
- Q.5 Draw a graph of steam condensate rate against steam pressure.
- Q.6 Comment on the effect of varying steam pressure on the following :
- i. Capacity
 - ii. The rate of concentrate production (m_c)
 - iii. The rate of distillate production (m)
 - iv. The sensible heat load (Q_{SE})

Refer to the graphs drawn previously and give reasons for your answers.

- Q.7 Calculate the heat removed by the condenser (Q_C) for each steam pressure by :
- i. using the measured values of the distillate
 - ii. using the cooling water flowrate and temperature difference for the condenser.

Which of (i) and (ii) should give the larger value and explain why.

- Q.8 Plot a graph of steam condensate rate against heat removed by the condenser as calculated in Q.7 (i).
- Q.9 Plot a graph of steam condensate rate against distillate rate. Explain why the graph is a straight line and does not pass through the origin.

Explain the meaning of the intercept and hence calculate the heat losses from the equipment.

DOUBLE EFFECT EVAPORATOR

EXPERIMENT 2

Objectives

For Single Effect Evaporation :-

- i. Investigate the effect of variations in vacuum on the rate of evaporation.
- ii. Calculate the steam economy.

Background

Evaporators do not always operate at atmospheric pressure. The evaporator capacity (or the rate of evaporation) is dependent upon the temperature driving force, that is, the temperature difference between the steam and the boiling point of the evaporator feed liquor. Increasing the temperature difference increases the evaporator capacity. Therefore, for a given duty, heat transfer would be reduced and hence the equipment will cost less.

By adding a condenser and vacuum pump, the pressure in the evaporator can be made less than atmospheric. As a result, the liquor will boil at a lower temperature. Hence the temperature difference is increased.

In industry vacuum operation is common and is of particular benefit with heat sensitive products which either decompose or react when heated to their normal (atmospheric) boiling temperature.

A measure of the efficiency of an evaporator is the steam economy which is generally defined as the number of kilogram of liquid (usually water) vaporized per kilogram of steam fed to the unit.

During experiment 2, the heat input to the reboiler is kept constant and the effect of various levels of vacuum on the capacity is studied.

Method

READ ALL OPERATING INSTRUCTIONS FIRST AND READ SECTION 10 IN YOUR STUDENT MANUAL TO ENSURE YOU FULLY UNDERSTAND ALL SAFETY AND OPERATING INSTRUCTIONS, PAYING PARTICULAR ATTENTION TO THOSE PARAGRAPHS REFERRED TO BELOW.

DO NOT START-UP WITHOUT PERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR.

SAFETY GLASSES MUST BE WORN AT ALL TIMES

For this experiment use the second effect only.

- i. Start-up-vacuum operation10.2.1
 single effect10.2.2
- ii. Set vacuum to -0.66 bar (gauge) by opening vacuum line valve v.28 and adjusting
 the vacuum pressure control valve PCV.210.2.3
- iii. Adjust the steam control valve FCV.2 to give a reading of 2.0 bar g
 on the pressure indicator PI.110.2.4
- iv. When the evaporator contents begin to boil set FCV.1 to give constant liquid level and maintain
 through the experiment.
- v. Adjust the cooling water control valve FCV.2 so that the difference in temperature between the
 inlet and outlet water temperatures (TI.3, TI.4) settles at a steady value in the rang 5-15°C.
 10.4.1
- vi. When steady state conditions are reached (ie PI.1, PI.4, TI.2, FI., and (TI.3-TI.4) are all
 constant) start collecting the condensate issuing from V.18 and the distillate in the receiving
 vessel. After 15-20 minutes measure the volumes collected.
 Allow 5-10 minutes after changing vacuum for equilibrium conditions to be achieved.
- vii. Repeat experiment for different vacuum levels, say -0.50 and -0.33 bar g.
- viii. Measure and record air and feed water temperatures.
- ix. Shut down.

Questions and Tasks

- Q.1 Briefly describe the experimental procedure in your own words.
- Q.2 Draw a graph of PI.4 against TI.2 and explain the effect of variations in vacuum level on the boiling point of the liquid.
- Q.3 Draw a graph of evaporation rate against vacuum level and explain why evaporation rate changes with variations in vacuum level.
- Q.4 Calculate the heat removed from the condenser for each vacuum level and draw a graph of Q_C against the vacuum.
- Q.5 Comment on the variation of the following parameters under conditions of constant steam pressure and varying vacuum level.
- i. Capacity
 - ii. Economy
 - iii. Liquor production rate
 - iv. Distillate production rate
 - v. The total heat supplied to the evaporator

Refer to graphs drawn previously and give reasons for your answers.

- Q.6 The economy of the evaporator is affected by the sensible heat load. If heat losses are ignored, show that the economy is given by

$$\text{Steam Economy} = \frac{m_{st}}{\frac{m_e \lambda_e}{\lambda_{st}} + \frac{Q_{se}}{\lambda_{st}}}$$

How is the economy of an evaporator affected by heat losses?

- Q.7 Owing to heat losses in the steam supply lines, the steam feed will contain some entrained water. If a dryness fraction of 0.9 is assumed, show how the economy is affected.

NOTE Dryness Fraction = $\frac{\text{kg of dry steam}}{\text{kg of wet steam fed to the evaporator}}$

- Q.8 Plot a graph of steam condensate rate against steam distillate rate. Explain why the graph is a straight line and does not pass through the origin. Calculate the heat loss Q_L and compare with the values calculated for experiment 1.

DOUBLE EFFECT EVAPORATOR

EXPERIMENT 2

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....
 Student :..... Student :.....
 Student :..... Student :.....

LOG SHEET

TIME								
<u>FEED</u>								
Tf (°C)								
FI.1								
<u>FIRST EFFECT</u>								
PI.1 (bar g)								
PI.2 (bar g)								
TI.1 (°C)								
Volume of Condensate								
<u>SECOND EFFECT</u>								
PI.1 (bar g)								
PI.2 (bar g)								
PI.3 (bar g)								
TI.2 (°C)								
Volume of Product of Condensate								
<u>CONDENSER</u>								
FT.2								
TI.3 (°C)								
TI.4 (°C)								
PI.5 (bar g)								
Volume of Distillate								
<u>VACUUM</u>								
PI.4								

DOUBLE EFFECT EVAPORATOR

EXPERIMENT 3

Objectives

Investigate the effect of variation in steam pressure on the capacity and economy of a double effect evaporator.

Background

With single effect evaporators, large quantities of heat are wasted because the latent heat in the vapour leaving the boiling liquor is simply lost to the cooling water in the condenser. It would be more efficient if the latent heat of vaporization could be utilized to heat liquid in a second evaporator.

In multiple effect evaporation, each evaporator is called an effect, so a double effect system has two evaporators. In a double effect system, vapour from the first effect loses its heat to the liquor in the second effect, thereby utilizing the heat of vaporization.

Multiple effect evaporators of two, three and four effects are often used in industry when large volumes of liquor are to be concentrated. Systems are usually limited to four effects, because the steam saving does not cover extra capital and operating costs.

The major variable used industrially to control the efficient operation of a double effect evaporator, is the heat input to the first effect. The object of this experiment is to determine the effect of variation in steam pressure on the capacity and steam economy of a double effect evaporator operating at atmospheric pressure.

Questions and Tasks

- Q.1 Briefly, describe the experiment in your own words.
- Q.2 Determine the capacity of each effect and the overall capacity at each steam pressure. Draw a graph showing the variation of these capacities with steam pressure. Comment on the graphs.
- Q.3 Draw a graph of steam condensate rate against steam pressure. Comment on the graph.
- Q.4 Calculate the heat removed in the condenser Q_c for each steam pressure and illustrate results on a graph.
- Q.5 Calculate the economy of each effect and the overall value for double effect operation. Which of the systems has the best economy and why?
- Q.6 Construct a heat balance over the two effects and for each steam supply pressure calculate the heat loss
- Q.7 Calculate the overall heat transfer coefficient (U) for each effect, given that the heat transfer area of the boiler is 0.5 m^3

Method

READ ALL OPERATING INSTRUCTIONS FIRST AND READ SECTION 10 IN YOUR OWN STUDENT MANUAL TO ENSURE YOU FULLY UNDERSTAND ALL SAFETY AND OPERATING INSTRUCTIONS, PAYING PARTICULAR ATTENTION TO THE PARAGRAPHS REFERRED TO BELOW.

DO NOT START-UP WITHOUT PERMISSION FROM YOUR SUPERVISOR.

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

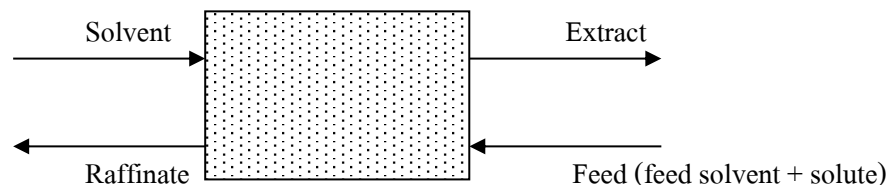
THE PULSE PERFORATED-PLATE COLUMN

Introduction

LIQUID-liquid extraction is a process for separating components in solution by their distribution between two immiscible liquid phases. It is used to separate two miscible liquids by the use of a solvent which preferentially dissolves one of them. LIQUID-liquid extraction is used when distillation and rectification are difficult or ineffective. Close-boiling mixtures or substances that cannot withstand the temperature of vaporization, even under the vacuum, may often be separated by extraction. Extraction utilizes differences in the solubilities of the components rather than differences in their volatilities. Such a process can also be simply referred to as **liquid extraction or solvent extraction**.

Definitions

The **feed** to a liquid-liquid extraction process is the solution that contains the component to be separated. The major liquid component in the feed can be referred to as diluent or the feed solvent. Minor component in solution is often referred to as a **solute**. The extraction solvent, or just plain **solvent** or extractant, is the immiscible liquid added to a process for the purpose of extracting a solute or solutes from the feed. The extraction-solvent phase leaving a liquid-liquid contactor is called the **extract**. The **raffinate** is the liquid phase left from the feed after being contacted by the second phase. A wash solvent is a liquid added to a liquid-liquid fractionation process to wash or enrich the purity of a solute in the extract phase.



Mass Transfer

Rate of transfer and driving force are generally expressed as:

$$N_A = k_A (C_{A1} - C_{A2}) \quad (1)$$

where N_A = mass (or no. of moles) of component A transferred in unit time across unit area.

Thus N_A is a rate of transfer.

$C_{A1} - C_{A2}$ = driving force, in this case in terms of the concentration difference for component A, between locations 1 and 2.

k_A = mass transfer coefficient for component A.

and,
$$N_{\text{total}} = (N_A) \times (\text{contact time}) \times (\text{area}) \quad (2)$$

$$= \text{total amount of mass transfer}$$

Consider a fixed amount of feed (A, B) brought into contact with a fixed amount of immiscible extraction (C.) The solute (A) will be transferred to the extractant (C) until equilibrium is reached, i.e., an ideal contact. At equilibrium it is possible to define the distribution coefficient (K_A) as follows:

$$K_A = \frac{\text{Concentration of A in Phase II at equilibrium}}{\text{Concentration of A in Phase I at equilibrium}} \quad (3)$$

The numerical value of K_A will depend on the choice of basis of concentration measurement (eg., molar concentration, mole fraction, etc.). Thus:

$$K_A = \frac{Y_A^*}{X_A^*} \quad (4)$$

where Y_A^* = equilibrium concentration (mole fraction) of A in extract

X_A^* = equilibrium concentration (mole fraction) of A in raffinate

The percent recovery of solute from the feed can be obtained from:

$$\text{Percent Recovery} = \frac{\% \text{ solute in feed} - \% \text{ solute in raffinate}}{\% \text{ solute in feed}}$$

The Pulse Perforated-Plate Column

The pulse perforated-plate column consists of a vertical tower, usually cylindrical in cross-section, fitted with horizontal perforated-plates which occupy the whole tower cross-section. Both phase must pass through the plate and there are no upcomers or downcomers. The plate free cross-section (i.e. the proportion of the total cross section occupied by the holes) is normally about 25%. The holes themselves may be any shape but circular and rectangular slots are common.

The column and its operation may be characterized as follow:

- (i) Number of plates, N_p
- (ii) Plate spacing, H_C , and $N_p + H_C =$ extractor column height
- (iii) End section, and $N_p + H_C +$ end section = plant height
- (iv) Hole geometry: number, cross-section and arrangement of holes
- (v) Free cross-section
- (vii) Means of applying pulse:
 - piston/plunger
 - bellows/diaphragm
 - pneumatic/compressed air
- (viii) Pulse characteristics:
 - pulse-frequency, f
 - pulse-amplitude, A_p
 - pulse shape (e.g. sine wave)
- (ix) Choice of effective dispersed and continuous phases
- (x) Throughput:
 - flow rate of continuous phase, V_C
 - flow rate of dispersed phase, V_d
- (xi) Efficiency: HETP or HTU_{OC}
- (xii) Column height: $H = HTU_{OC} \cdot NTU_{OC}$
- (xiii) Scale up
- (xiv) Operating range

The effect of pulsation is to give a substantial increase in column efficiency. In general, the pulse-plate column is at least ten time more efficient than simple spray column.

Clearly, the number of plates will depend on the separation required. In general, the plates can be seen as adjunct to the dispersion process rather than as stage units in their own right. In general, little information is available as to the prediction of plate efficiency, which is hard to define for the type of system. If the number of plates is large, and a typical column may have 50-100 such devices, then plate spacing is

clearly important since it will affect the total column height quite markedly. Typically a spacing of 10 cm seems effective. Smaller spacings tend to give unreasonably low flooding characteristics and larger spacing result in a drop in extraction efficiency. Plate spacing must be optimized by trial and error for each system. Overall, the number and diameter and of the holes determines the plate free cross section, and the same area can be obtained in different ways, i.e. a few large holes or many small ones. The correct balance is essential for efficient operation. This depends in part on the nature of the liquid involved. For pair of liquids with large interfacial tension, small holes are preferred, whilst for liquid systems with low interfacial tension, the holes may be increased in size without loss of efficiency.

The column itself has the need for phase separation at the exits. Generally, additional empty sections are added to each to allow for coalescence and separation, but there seems no uniformly agreed design.

The design of an individual plate is again a matter of compromise. The most popular shape is circular hole which is the easiest to manufacture. If the hole are too small flooding occurs at very low throughputs, whereas if hole are large then the dispersion characteristics, which are a result of the turbulence at the hole, are poor.

The Liquid-Liquid Extraction Plant

1. General Description

The pulse perforated-plate column for liquid-liquid extraction process is used. The normal mode of operation is **countercurrent flow** in which the light phase is pumped from a feed vessel into the **lower separating chamber**, and then flows upwards through the sieve plate column section to the **upper separating chamber** where it overflows and returns by gravity to a collection vessel. Similarly, the **heavy phase** is pumped from the feed vessel into the top separating chamber from where it flows downwards through the column to the lower chamber. There it overflows via a **balancing leg** with a flexible pipe section to a collection vessel. (Alternatively, it is possible to operate the plant with the light-phase filling column).

The column is fitted with regularly spaced horizontal perforated discs or sieve plates which help to bring the two immiscible phase into contact as they pass through the column section. A pulse unit located at the base of the lower separating chamber oscillates the fluid vertically inside the column.

By alternative the frequency and/or the amplitude of the pulse, the two phase can be contact or dispersed to differing degrees which directly affect the rate of mass transfer a component from one phase to the other. Sample points are provided at key position around the plant to samples of both light and heavy phase liquid to be collected for analysis. In this way the effects of changing the pulse amplitude or frequency either independently or together can be evaluated, as can other effects such as changes in flow rate, etc.

2. The Plant Specification

- Perforated-Plate Column

Column diameter (nominal)	:	50 mm
Height of each column section	:	1000 mm
Number of column sections	:	2
Number of perforated plates	:	19 per section
Plate spacing	:	50 mm
Plate diameter (nominal)	:	50 mm
Hole size (diameter)	:	2 mm
Average number of holes	:	140 per plate
Average free area	:	25%

- Separating Chambers

Chamber diameter	:	100 mm
Chamber height	:	695 mm
Approximate volume	:	5.5 litres

- Feed and Storage Vessel

Number of feed vessels	:	2
Number of storage vessels	:	2
Nominal capacity	:	50 litres
Working capacity	:	54 litres

- Twin Head Metering Pump

Pump type	:	Piston pump model QVF DN40A
Stroke	:	Continuously variable, 0-20 mm
Speed	:	Fixed, 100 strokes per minute
Flow range	:	Up to 44 litres/hour

- Pulse Unit

Type	:	QVF DN300
Stroke	:	Continuously variable, 0-20 mm
Speed	:	Continuously variable, 17-150 strokes per minute
Flow range	:	Up to 300 litres/hour

Safety and Operating Procedures

1. Safety Instructions for Students

- i) Students must not carry out laboratory work without permission of a lecturer.
- ii) Before commencing work students should note the position of emergency exits.
- iii) If in doubt over any instruction or action, ask the member of staff in charge.
- iv) Smoking is absolutely forbidden in all laboratories.
- v) When working with solvents other than water ensure that the laboratory where the apparatus is situated is adequately ventilated
- vi) Students must not alter or interfere with any electrical services.
- vii) If any chemical spillage occurs the member of staff in charge must be informed immediately
- viii) All spent solvents, waste solutions, etc must be handed to the technician for safe disposal and not disposed of into drains or sinks.

2. General Operating Instructions

- Safety Considerations

To ensure safe working practice and to avoid potential damage to the unit the following should be noted:-

- i) The laboratory in which the unit is situated MUST be adequately ventilated. Ground level ventilation must be operative as solvent vapours are heavier than air.
- ii) Fire prevention and fire fighting facilities MUST be available and regularly checked.
- iii) Any spillage of organic solvent treated as hazardous. Facilities MUST be available for the containment and collection of any spilt material.
- iv) The apparatus should regularly be checked for leaks. Any leaks found MUST be rectified before the plant is used again.
- v) Used solvent should be collected in suitable vessels for re-use or disposal as appropriate.
- vi) Regular checks should be made on the oil level in the gearboxes of the pumps.

- General Operating Practice

- i) Do not alter the stroke or frequency of the pumps unless they are operational.
- ii) Do not use force to open or close valves.

- iii) Whenever a flow-rate or pulsation is altered always allow sufficient time for the system to re-gain operating stability. The level of the interface should be carefully re-set as necessary.
- iv) Do not re-charge the feed vessels whilst the plant is running.
- v) If the plant is shut-down temporarily by shutting off the pumps, it may be restarted directly by switching them on again.

3. Start-up Procedures

- Pre-start up Checks

Complete valve check list and set valves as necessary. Refer to Figure 1.

<u>VALVE</u>	<u>OPEN</u>	<u>CLOSED</u>
V1	X	Do not close this valve.
V2	X	Do not close this valve.
V3	X	Do not close this valve.
V4	X	Do not close this valve.
V5		X
V6		X
V7		X
V8		X
V9		X
V10		X

<u>VALVE</u>	<u>OPEN</u>	<u>CLOSED</u>
V11		X
V12		X
V13	X	
V14	X	
V15		X
V16		X
V17		X
V18	X	
V19	X	
V20		X

- Charging and Setting the Interface Level
- i) Prepare the appropriate amounts of light and heavy phase liquids.
- ii) Ensure that both collection vessels are empty. If necessary drain unwanted liquid from the collection vessels
- iii) Switch on the feed pumps. Set both feed pumps to the number setting used.
(NOTE: Do not adjust the stroke unless the pump is operating).
- iv) Allow the heavy phase liquid to enter the column and fill to a level of about the middle of the upper separation chamber.
- v) Carefully watch the level of the interface which forms between the light and heavy phases as the light phase enters the column. As the column fills this interface will fall. Adjust the level as necessary by using the adjuster wheel on the balance leg.
- vi) Start the pulse pump and whilst it running set the stroke and frequency each to the specified settings.
- vii) Once liquid flow into the receiver vessel has been established for both phases use the adjuster wheel to alter the height of the interface. Slowly turn the adjuster so as to bring the height of the balancing leg up or down until the interface is about the middle of the upper separation chamber. Re-set it as necessary using the adjuster and continue running for at least 10 minutes without further interface/level change to ensure stability.
- viii) DO NOT adjust the pulse pump frequency or stroke unless the pump is running.

4. Hydrostatic and Hydrodynamic

- Interface Setting

It is necessary to establish the interface between the heavy phase and the light phase at a suitable point at the top or bottom of the column. To do so, the hydrostatic pressure or head created by the liquids in the column must be balanced by an equal and opposite pressure. This is done by using a balance when:

$$h_1 \times \rho_1 = h_2 \times \rho_2$$

where h = height of liquid above the interface

ρ = density of liquid

The top of the balancing leg controls the level of the interface when the column is just full to overflowing. If the relative flow rates of the liquids change then the position of the interface will change (unless restored by altering the length of the balancing leg) as the average density of the liquid in the column will change so that:

$$\rho_{\text{avg}} = \frac{\rho_{\text{light}} \times v_{\text{light}} + \rho_{\text{heavy}} \times v_{\text{heavy}}}{v_{\text{column}}}$$

when V is volume, or

$$\rho_{\text{avg}} = \frac{\rho_{\text{light}} \times \%_{\text{light}} + \rho_{\text{heavy}} \times \%_{\text{heavy}}}{100}$$

As the light and heavy phase liquids are pumped through the column one liquid will tend to fill the column (the continuous phase) whilst the other will form droplets (the dispersed phase). The amount of dispersed phase or hold-up in the column will vary and depend on the relative flow rates of the two phases and the pulsation intensity, thus altering the interface level.

- Flooding

Without pulsation the dispersed phase will tend to collect on the plates. If the droplets come into contact they coalesce and form a continuous layer over the plate. Pulsation is usually employed to avoid this. If the flow rates are set too high then the liquid cannot easily pass through the column and flooding results. **Flooding** point is defined when a continuous layer of dispersed phase liquid just entirely covers a plate. Flooding is less likely with more vigorous pulsation, but excessive pulsation will tend to cause emulsification, especially when the liquids used have a low interfacial tension. This is inefficient.

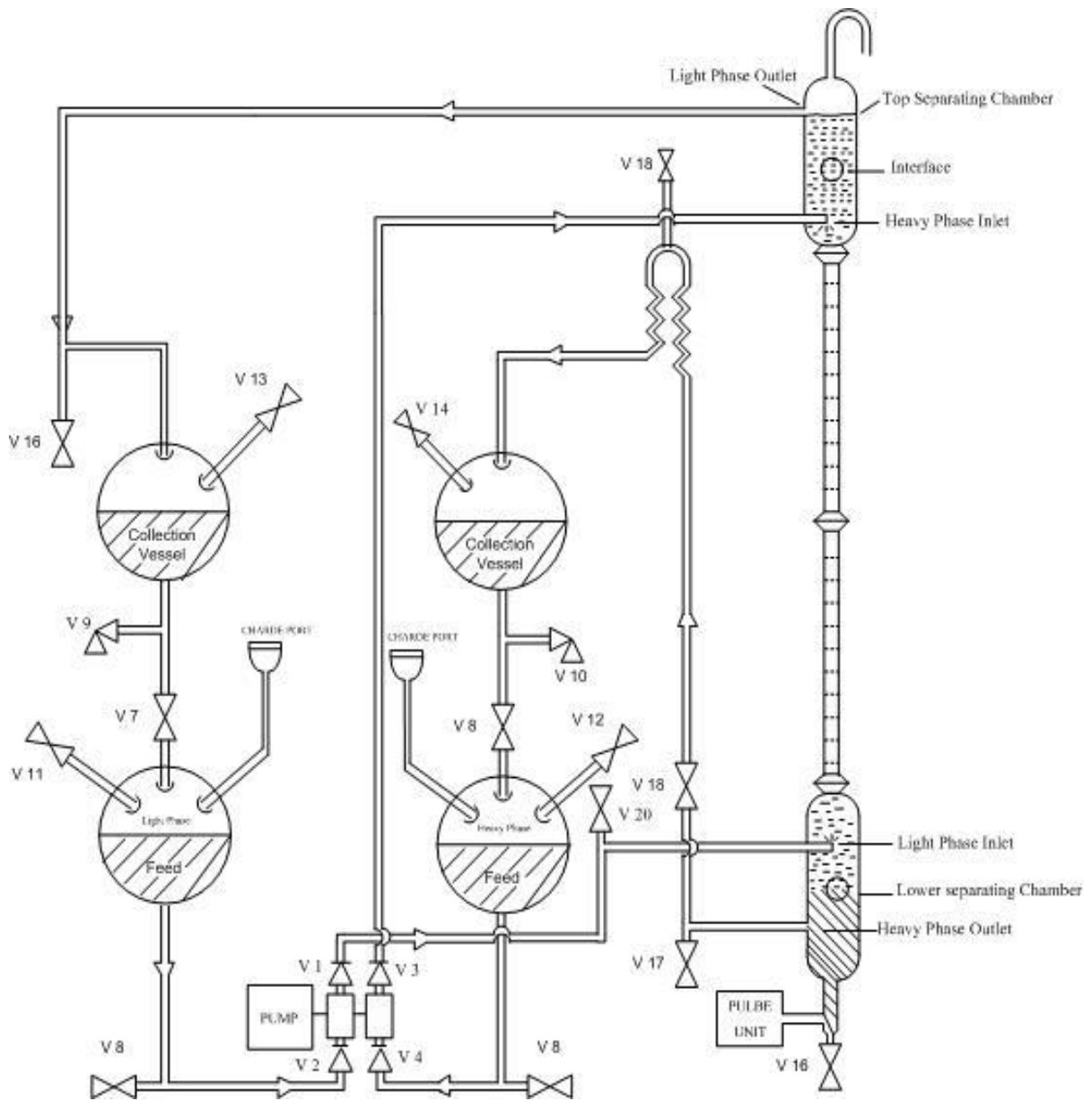


Figure 1 Pulse Perforated-Plate Column in Liquid-Liquid Extraction Plant.

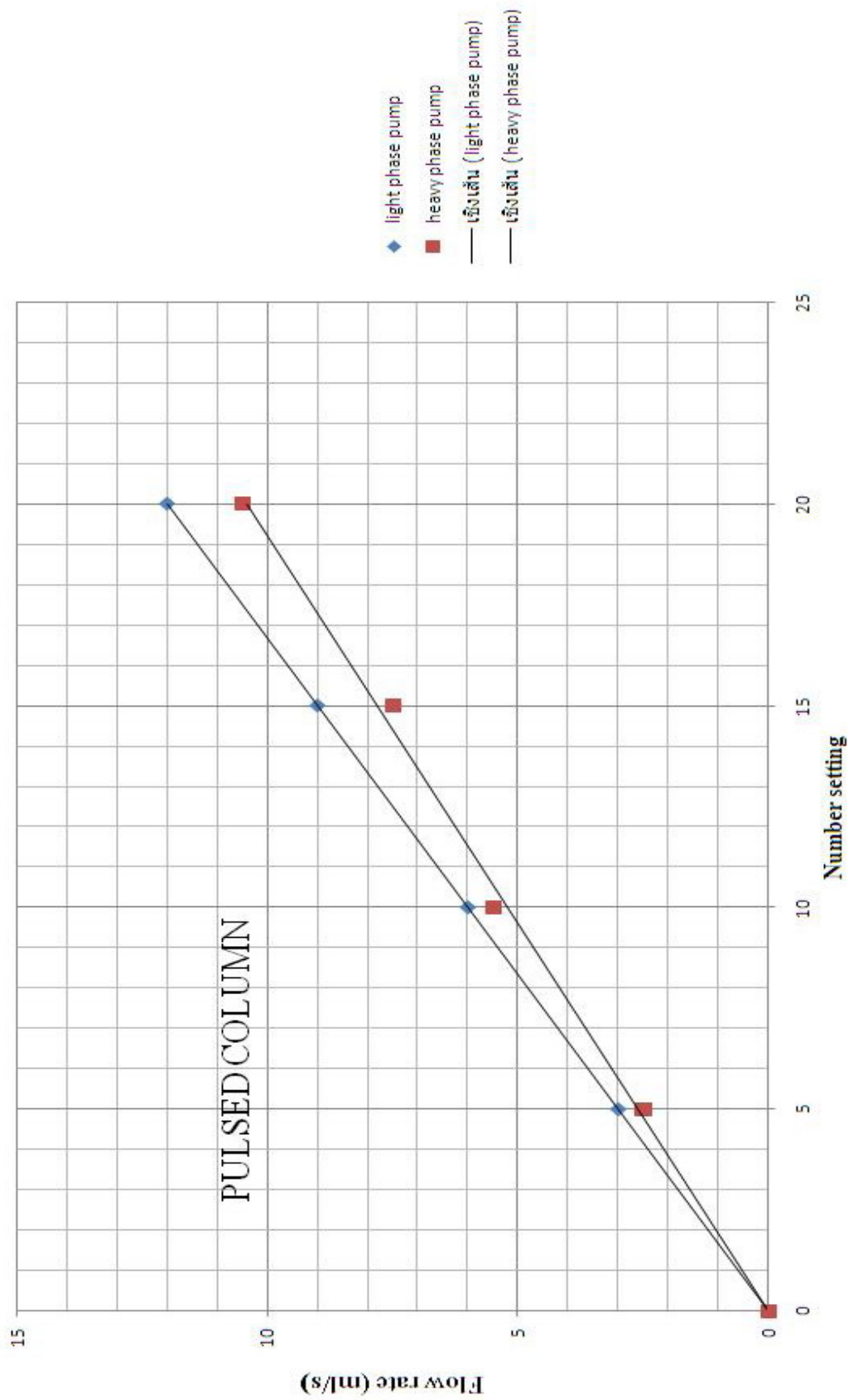


Figure 2 Piston pump calibration curve

5. Sampling

- Sampling-Points

Samples of heavy-phase are collected via valve V17 and samples of light-phase via valve V15. The procedure for sample collection is similar in both cases.

- Heavy-phase Samples

For heavy-phase samples place a beaker or suitable container below V17 and carefully open the valve. Collect about 50 cm³ of liquid in the container then close V17. Safely dispose of this liquid. Replace the container below V17 carefully re-open the valve. Collect about 10 cm³ in the container and then close the valve. Transfer the liquid collected to a marked container and reserve it for analysis.

- Light-phase Samples

For light-phase samples, place a beaker or suitable container under valve V15. Open the valve and allow all the contents of the vertical leg to drain into the container. Close the valve and dispose of the liquid safely. Replace the container below V15, re-open the valve and collect about 10 cm³ of the light-phase liquid. Close V15 and transfer the liquid collected to a marked container and reserve it for analysis.

6. Shut-down

- Temporary Shut-down

The plant may be temporarily shut-down simply by switching off the pumps.

- Total Shut-down

Set all feed pumps and pulsating pumps to zero setting. Then switch off all pumps.

Calibration Curve of Ethanol-Toluene-Water System

%wt Ethanol in Toluene	20.00	18.00	16.00	14.00	12.00	10.00
Refractive Index, (RI)	1.4654	1.4698	1.4716	1.4730	1.4767	1.4802

%wt Ethanol in Toluene	8.00	6.00	4.00	2.00	0.00
Refractive Index, (RI)	1.4835	1.4842	1.4887	1.4911	1.4960

Reference

1. Perry, R.H., and D.W. Green; "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 6th ed., McGraw-hill Book Company, New York, USA, (1984).
 2. McCabe, W.L., J.C. Smith, and P. Harriot; "Unit Operations of Chemical Engineering" 5th ed., McGraw-Hill Book Company, New York, USA, (1993).
 3. QVF Teaching system, Extraction : Liquid/Liquid Pulse Column, Student Manual, Coining Process System, Stone, England, (1990).
-

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

EXPERIMENT 1

Objective

To demonstrate the effect of change in extraction solvent flow rate on extraction performance.

NOTE : DO NOT ALTER THE STROKE LENGTH OR FREQUENCY OF THE PUMPS UNLESS THEY ARE OPERATIONAL.

1. Feed an approximately 15 percent (by vol.) Ethanol-Toluene solution into a water-filled pulse-column. Measure Ethanol concentration in the feed mixture. Extract Ethanol from dispersed-toluene using pure water as extraction solvent in continuous phase.
2. At a pulse frequency setting of no. 3.5 and amplitude setting at no. 15, set both Ethanol-Toluene and water feed rates at 4 ml/s and set the water-toluene interface at the middle of the upper chamber by adjusting a balancing leg. Count the frequency in strokes/min for the pulse setting. Also estimate the diameter of droplets. Measure the concentration of Ethanol in Toluene raffinate that comes out of the extractor every 5 minutes until a steady-state is attained which is indicated by a stable value of concentration.
3. Adjust the water feed rate to 7 ml/s and then to 10 ml/s. Measure the concentration of Ethanol in raffinate. Obtain a stable value of concentration before varying to other flow rates.
4. Set all pumps to zero setting and shut down the unit.
5. Demonstrate all results and discuss the effect of changing operational parameters, i.e. the effects of changing relative flowrates of light and heavy-phases on the raffinate compositions. Also answer the following questions.
 - Q.1 Draw an outline diagram of the plant and on it clearly mark:
 - Q1.1) The light-phase and heavy-phase flow path.
 - Q1.2) The position of the interface.
 - Q1.3) The main column and balancing leg connected as a U-tube.
 - Q.2
 - Q2.1) What is meant by counter-current flow and co-current flow? Explain.
 - Q2.2) Which flow pattern is used in this experiment?

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Student :.....

Run no.1

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Droplet dia.....mm

Run no.2

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Droplet dia.....mm

Run no.3

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Droplet dia.....mm

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

EXPERIMENT 2

Objective

To demonstrate the effect of change in pulse-frequency on extraction performance.

NOTE : DO NOT ALTER THE STROKE LENGTH OR FREQUENCY OF THE PUMPS UNLESS THEY ARE OPERATIONAL.

1. Feed an approximately 15 percent (by vol.) Ethanol-Toluene solution into a water-filled pulse-column. Extract Ethanol from dispersed-toluene using pure water as continuous phase. Measure Ethanol concentration in the feed mixture.
2. At Ethanol-Toluene solution and water feed rates at 4 and 10 ml/s respectively, set the pulse-amplitude at no. 10 and pulse-frequency at no. 1.0 while keeping the water-toluene interface at the middle of an upper chamber by adjusting a balancing leg. Count the frequency in strokes/min for the pulse setting. Also estimate, in millimeters, the pulse stroke-length and average droplet diameter on the column. Measure the concentration of Ethanol in Toluene that comes out of the extractor every 5 minutes until a steady-state is attained which is indicated by a stable value of concentration.
3. At the same feed rates as above, adjust the pulse-frequency from no. 1.0 to no. 3.5 and then to no. 6.0. At each frequency measure the concentration of Ethanol in raffinate and obtain a stable value of concentration before varying pulsing frequency to other values. Also count the frequency in strokes/min for each setting.
4. Set all pumps to zero setting and turn off the unit.
5. Demonstrate all results and discuss the effect of changing pulse-frequency and pulse-amplitude on column performance. Also answer the following questions:
 - Q.1 Explain briefly the general mechanism by which the pulse-frequency affects efficiency.
 - Q.2 Why does an alteration in pulse-frequency cause the interface level to change?

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

EXPERIMENT 2

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Run no.1

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Pulse-amplitude.....mm

Droplet dia.....mm

Run no.2

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Pulse-amplitude.....mm

Droplet dia.....mm

Run no.3

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Pulse-amplitude.....mm

Droplet dia.....mm

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

EXPERIMENT 3

Objective

To demonstrate the effect of change in pulse-amplitude on extraction performance.

NOTE : DO NOT ALTER THE STROKE LENGTH OR FREQUENCY OF THE PUMPS UNLESS THEY ARE OPERATIONAL.

1. Feed an approximately 15 percent (by vol.) Ethanol-Toluene solution into a water-filled pulse-column. Extract Ethanol from dispersed-toluene using pure water as continuous phase. Measure Ethanol concentration in the feed mixture.
2. At Ethanol-Toluene solution and water feed rates at 4 and 10 ml/s respectively, set the pulse-amplitude at no. 3.5 and pulse-frequency at no. 5 while keeping the water-toluene interface at the middle of an upper chamber by adjusting a balancing leg. Count the frequency in strokes/min for the pulse setting. Also estimate, in millimeters, the pulse stroke-length and average droplet diameter on the column. Measure the concentration of Ethanol in Toluene that comes out of the extractor every 5 minutes until a steady-state is attained which is indicated by a stable value of concentration.
3. Set pulse-frequency to no. 3.5 Vary the pulse-amplitude setting from no. 5 to no. 10 and then to no. 15. At each amplitude, estimate the pulse stroke-length and average droplet diameter in the column. Measure the concentration of Ethanol in raffinate every 5 minutes and obtain a stable value of concentration before varying pulsing stroke-length to other values.
4. Set all pumps to zero setting and turn off the unit.
5. Demonstrate all results and discuss the effect of changing pulse-frequency and pulse-amplitude on column performance. Also answer the following questions:
 - Q.1 Explain briefly the general mechanism by which the pulse-amplitude affects efficiency.
 - Q.2 Why does an alteration in pulse-amplitude cause the interface level to change?

LIQUID-LIQUID EXTRACTION

EXPERIMENT 3

DATA SHEET

Experiment Date:.....

By: Supervisor:..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Student :..... Student :.....

Run no.1

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Pulse-amplitude.....mm

Droplet dia.....mm

Run no.2

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Pulse-amplitude.....mm

Droplet dia.....mm

Run no.3

TOL flowrate.....ml/s

Water flowrate.....ml/s

Pulse-frequency no.....

Pulse-amplitude no.....

Time,min	RI	%Ethanol
FEED		
0		
5		
10		
15		
20		
25		
30		

Pulse-freq.....stroke/min

Pulse-amplitude.....mm

Droplet dia.....mm

GAS ABSORPTION
PACKED COLUMN ABSORBERS

Introduction

Gas absorption is a mass transfer operation in which a gas mixture is contacted with a liquid, whose volatility is low under process conditions, to preferentially absorb one or more of the components of the gas stream. Mass transfer in this context means the redistribution of molecules (or fluid elements) between a gas and a liquid phase under the influence of a potential or driving force, resulting in a change of composition. This kind of absorption is found in many industries for the resulting in the recovery of valuable products and cleaning of exhaust or vent streams. If necessary the solute can be recovered from the absorbing liquid by distillation and the liquid can be recycled or it can be discarded completely.

Experiments show that the **general express** for the rate of mass transfer (or rate of absorption) is:

$$N_A = k_A(C_{A1} - C_{A2}) \quad (1.1)$$

where N_A = mass (number of moles) of component A transferred across unit area in unit

time, i.e. N_A is a rate of transfer,

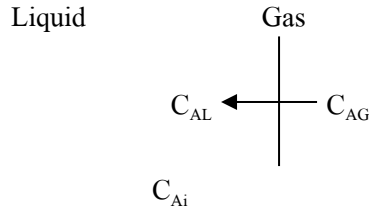
k_A = mass transfer coefficient for component A,

$(C_{A1} - C_{A2})$ = driving force, which is a concentration difference for component A between locations 1 and 2.

It is essential to emphasize that the driving force for gas absorption is based on the difference between actual and equilibrium conditions. The equilibrium condition is that the amount of solute that continues to dissolve equals the amount coming out of solution and reentering the gas phase. Equilibrium concentrations are derived from solubility and partial pressure relationships as discussed in Section 2.

The mass transfer coefficient can be taken as a measure of the ease (or efficiency) of the transfer; the larger k_A , the easier the transfer. Consider the transfer of gas across the interface to liquid as shown below:

Interface



The numerical value of the mass transfer coefficient will depend on the basis of definition, and thus the transfer can be considered with respect to either the gas phase or to the liquid phase. Therefore, based on equation (1.1):

$$N_A = k_{AOG}(C_{AG} - C_{AGe}) \quad (1.2)$$

$$N_A = k_{AOL}(C_{ALe} - C_{AL}) \quad (1.3)$$

Where k_{AOG} = mass transfer coefficient based on the **overall** gas phase composition, expressed as a concentration.

k_{AOL} = mass transfer coefficient based on the **overall** liquid phase.

C_{AG} = concentration of gas A in the bulk gas phase.

C_{AGe} = concentration of A in the gas phase, in equilibrium with the bulk liquid of concentration C_{AL} .

C_{AL} = concentration of A in the bulk liquid phase.

C_{ALe} = concentration of A in liquid phase, in equilibrium with the bulk gas of concentration C_{AG} .

Equations (1.2) and (1.3) can be expressed in different units, either on partial pressure or mole fraction.

$$N_A = k_{AOG}(p_{AG} - p_{AGe}) \quad (1.2)$$

$$N_A = k'_{AOG}(p_{AG} - p_{AGe}) \quad (1.4)$$

$$N_A = k''_{AOG}(y_{AG} - y_{AGe}) \quad (1.5)$$

where p_{AG} = partial pressure of A in the bulk gas phase

p_{AGe} = partial pressure of A at equilibrium with C_{AL}

or y_{AG} = mole fraction of A in the bulk gas phase

y_{AGe} = mole fraction of A at equilibrium with C_{AL} .

In all cases N_A must be the same, and the numerical values of k 's must differ because $C = p = y$. Note that

$$k_{AOG} = \frac{k''_{AOG}}{P} \text{ where } P = \text{total pressure}$$

Theory

1. Pressure, Partial Pressure, and Solubility

General properties of a pure gas is predicted by the ideal gas law (no interactions between gas molecules):

$$PV = nRT \quad (2.1.1)$$

where P = total pressure

V = volume

n = number of moles of gas

T = temperature.

In the case of gas mixtures, it is also possible to relate weight and volume proportions, as Avogadro's Law states that under equal conditions of temperature and pressure, equal volumes of gases contain equal number of molecules. This can be put in another way by saying that in a gas mixture, volume fractions will be proportional to mole fractions. (Note: At 0° C temperature and 1 atm pressure, the volume occupied by 1 mol of any gas is 22.4 liter)

2.2 Fundamental Principles

Theoretical basis for effects of various parameters on absorption efficiency is still unclear. The approach is to express the results of a large amount of experimental work as a series of empirical relationships. For example a number of different workers have shown that for a packed tower absorber operate at a constant liquid flow rate:

$$k_{AOG} \cdot a = \alpha \cdot G^n \quad (2.2.1)$$

where α and n are constants, depending on the particular system and G is the gas flow rate.

The efficiency of a gas absorber can be determined in a number of ways including:

- (i) Percentage absorption

(fraction absorption or degree of absorption)

(ii) Mass transfer coefficient

(An absorber with large mass transfer coefficient is more effective, and its dimensions can be predicted.)

(iii) **Height Equivalent to a Theoretical Plate (HETP) and Number of Theoretical Plates (NTP)**

(The tower height is the product of HETP and NTP)

(iv) **Height of a Transfer Unit (HTU) and Number of Transfer Units (NTU)**

(HTU = HETP and NTU = NTP only when operating and equilibrium lines are not only straight, but also parallel.)

The NTU method is theoretically more satisfying in that the theory behind it is based on continuous contact mass transfer models. The NETP has no theoretical basis and is evaluated empirically.

2.3 Transfer units of a packed tower

Mass balance in conjunction with the mass transfer equation and Henry's law can be used to derive an expression for the height of the packed tower, required to achieve set terminal conditions, i.e. liquid and gas composition at inlet and outlet .

Consider a gas with soluble component content of y_1 mole fraction at the inlet rising a small distance, dh , up a tower, down which the absorbing liquid is flowing as shown in Figure 1.

From equation (1.5), the mass transfer can be written in terms of mole fraction for the overall gas phase as,

$$N_A = k_{r, AOG}(y_{AG} - y_{AGe}) \quad (1.5)$$

The change in volume, dV , contained on the incremental height, dh , is defined as

$$dV = S \cdot dh \quad (2.3.1)$$

where S = cross-sectional area

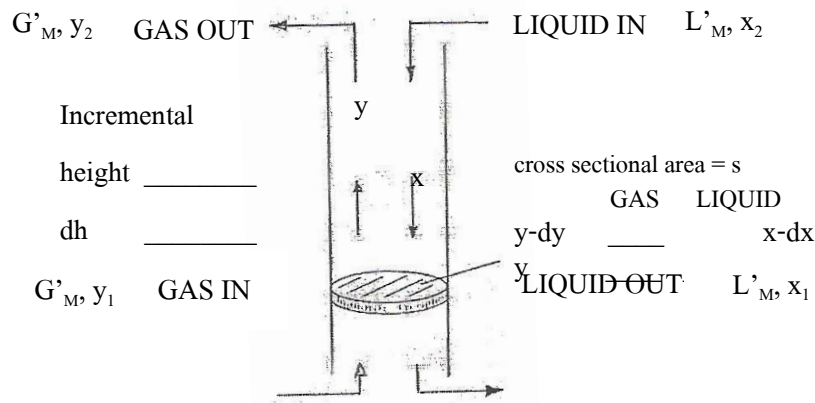


Figure 1 Incremental Changes in the Composition of Gas and Liquid Stream in a Counter-current Absorber.

y_1 and y_2 , x_1 and x_2 are mole fractions of solute in gas and bottom, respectively. Subscript 1 and 2 denote the levels of the column top and bottom, respectively. As dealing with dilute mixtures, G'_M and L'_M , or mean total flow rates, are considered to be close to inlet flow rate values of the gas and liquid streams, respectively.

Let a = surface area for exchange per unit volume of packing, thus the change in the surface area for exchange is then given by,

$$da = a \cdot S \cdot dh$$

Consequently,
$$N_A \cdot da = k_{AOG} \cdot a \cdot S (y_{AG} - y_{AGe}) \cdot dh$$

However, the rate of transfer of the component a across the boundary must be equal to the change within the incremental height, so that

$$N_A \cdot da = G'_M \cdot dy \tag{2.3.3}$$

Where G'_M is the total molar flow rate of gas, and

$$G'_M \cdot dy = k_{AOG} \cdot a \cdot S (y_{AG} - y_{AGe}) \cdot dh \tag{2.3.4}$$

Rearranging and integrating equation (2.3.4) over the tower height,

$$\int_0^h dh = \int_{y_{A1}}^{y_{A2}} \frac{G'_M}{k_{AOG} \cdot a} \cdot \frac{dy}{(y_{AG} - y_{AGe})} \tag{2.3.5}$$

where $G_M = \frac{G'_M}{S}$ = molar flow rate of gas per unit cross-section of tower.

This is a general equation, applicable to overall changes in the gas phase. If the change in gas-phases composition is small, i.e. a small percentage absorption or a dilute feed, and if k_{AOG} is constant over the whole column, which is usually true for a low concentration of soluble gas, then these G'_M and k_{AOG} can be removed from the integral, and the equation is

$$h = \left(\frac{G_M}{k_{AOG} \cdot a} \right) \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{(y - y_e)} \quad (2.3.6)$$

(dropping the subscript AG for convenience since only the soluble component is dealt with here).

The integral term is dimensionless and is called the number of transfer units (NTU_{OG}), where the subscript shows that NTU_{OG} is based on the overall driving force for the gas phase. The other term in equation (2.3.6) has the units of length and is called the height of a transfer unit (HTU_{OG}). Thus, the packed height is then equal to

$$\text{Packed height} = NTU_{OG} \times HTU_{OG} \quad (2.3.7)$$

As HTU_{OG} contains the mass transfer coefficient, it is a measure of efficiency. The smaller HTU_{OG} , the more efficient the system in bringing about absorption. Furthermore, because NTU_{OG} indicates the degree of difficulty of the absorption process, a high NTU_{OG} value corresponds to a difficult separation.

The HTU_{OG} should decrease with decreasing gas flow rate (velocity) because the gas and liquid can be in contact for longer, allowing a more complete transfer for any section of packing. However, the change in HTU_{OG} with gas flow rate is not simple. As shown in equation (2.3.6), since the mass transfer coefficient also changes, these two effects partly cancel. Consequently, the HTU_{OG} is relatively constant.

To easily determine NTU_{OG} , which is a function only of compositions, assume the gas mixture is dilute and that the gas and liquid flow rates are essentially constant, as shown in Figure 2.3.1, a mass balance can be constructed from the top of the column (x_2, y_2) such that

$$G'_M \cdot y + L'_M \cdot x_2 = G'_M \cdot y_2 + L'_M \cdot x \quad (2.3.8)$$

and of fresh solvent is used, then $x_2 = 0$, so that

$$x = \left(\frac{G_M}{L_M} \right) \cdot (y - y_2) \quad (2.3.9)$$

From Henry's law, $y_e = H \cdot x$ (2.3.10)

Where y_e is the composition of gas in equilibrium with liquid composition x .

Thus, $y - y_e = y - H \cdot x = y - \frac{1}{A} \cdot (y - y_2)$ (2.3.11)

where $\frac{1}{A} = \frac{G_M}{L_M} \cdot H$, and A is called absorption factor.

The NTU_{OG} is can now expressed as,

$$NTU_{OG} = \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{\left(1 - \frac{1}{A}\right)y + \frac{y_2}{A}} \quad (2.3.12)$$

$$NTU_{OG} = \frac{1}{\left(1 - \frac{1}{A}\right)} \cdot \ln \left(\frac{1 - f}{1 - \frac{f}{A}} \right) \quad (2.3.13)$$

Where f o fractional absorption of solute = $1 - \frac{y_2}{y_1}$

For a dilute gas mixture, no absorption of inert components, and effectively constant mass flow, NTU_{OG} is

$$NTU_{OG} = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_{LM}} \quad (2.3.14)$$

where
$$\overline{\Delta y_{LM}} = \frac{(y_1 - y_{1e}) - (y_2 - y_{2e})}{\ln \frac{(y_1 - y_{1e})}{(y_2 - y_{2e})}} \quad (2.3.15)$$

2.4 Types of Packing for Tower Absorbers

There has been a large amount of effort invested in designing and testing alternative forms of fabricated packings. Figure 2 shows some of them. They can be made with a wide range of materials, stainless steel or acid proof storeware, for example. Some shapes may provide good gas flow characteristics (particularly for mesh packings).

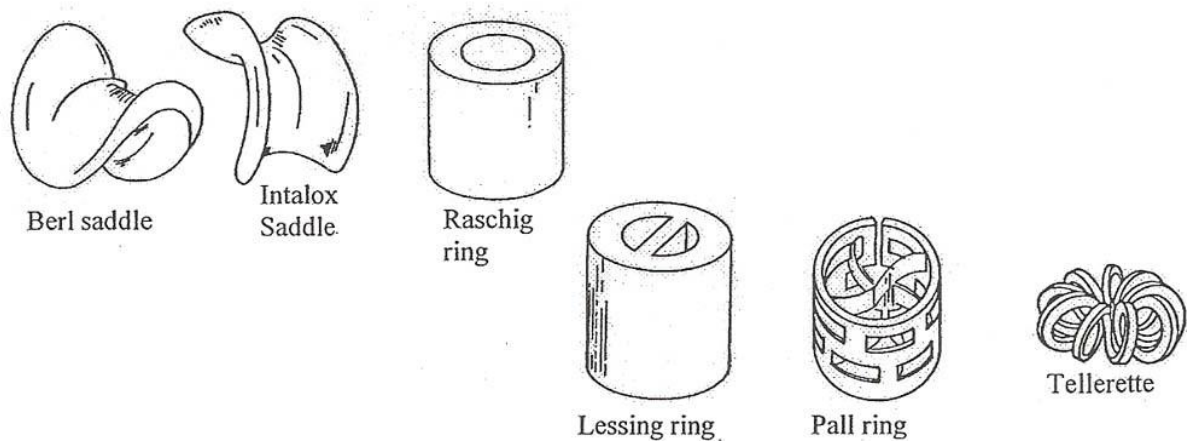


Figure 2 Some Types of Tower Packing:

2.5 Operating Conditions: Problems with High Gas Flow

A major restriction on the sizing of practical packed-tower absorbers are the interactions of gas and liquid flows. The characteristic relationship between pressure drop and gas and liquid flow rates is shown in Figure 3.

The pressure drop for any constant liquid rate follows the same characteristic shape as the gas rate is increased. At low gas velocities, the pressure drop is approximately proportional to the square of gas velocity, rather similar to the dry tower effect, but above a certain critical point the pressure drop begins to

increase more rapidly. Now the pressure drop is approximately equal to the cube of gas velocity. Finally, as the gas rate rises further above a second critical point, the pressure drop increases very rapidly.

The first critical point is called the loading point, the second critical point is called the flooding point. At the loading point, the liquid flow is reduced due to the increased gas flow; liquid is held in the void space between packing. Once the flooding point is reached, the liquid stops flowing altogether and collects in the top of the column due to very high gas flow.

Loading can result in an increase in column efficiency as measured by an increase in mass transfer coefficient and this is attributed to better liquid distribution and wetting of the packing, together with greater turbulence on gas and liquid. However, as flooding occurs, a large pressure drop takes place across a packed bed, and thus efficiency drops off again.

Loading and flooding points depend not only on gas and liquid velocities, but also on other characteristics of the column, such as:

- (i) type of packing (e.g. saddle, ring etc.)
- (ii) packing size
- (iii) mode of packing (dumped, stacked).

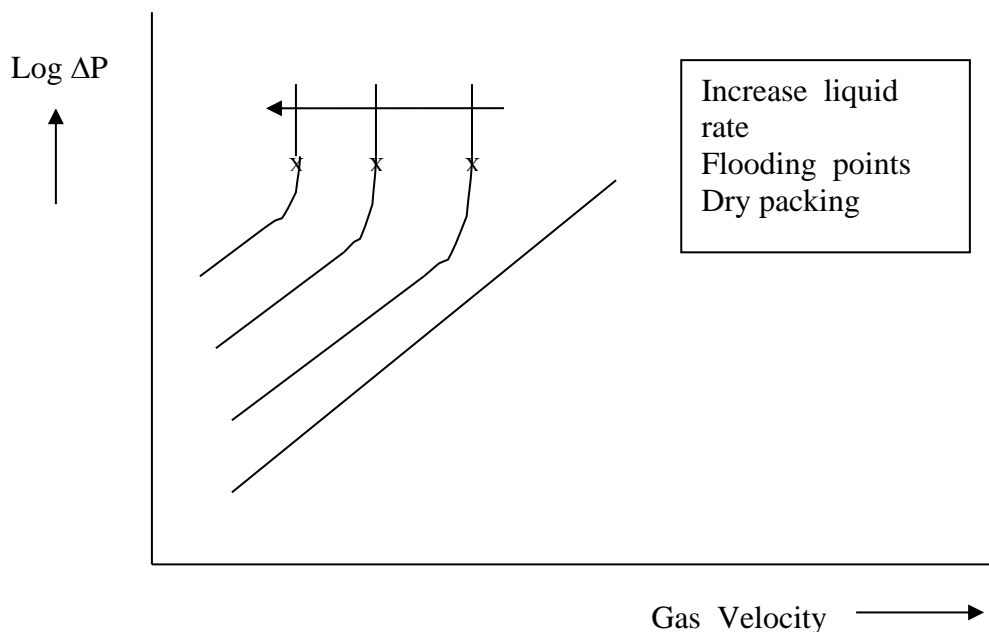


Figure 3 The relationship between pressure drop and gas velocity for dry packings and wet packings below the flooding point. $\Delta p \propto v^{1.8}$

Description of the Gas Absorption Plant

As shown in Figure 4, the unit consists of three individual packed absorber columns utilizing geometric packing shapes to aid in the contact between the gases and the contacting liquid, operating at atmospheric pressure. Each column has the same overall dimensions but contain a different type of packing. The columns are arranged so that they can be operated independently, and consequently the performance characteristics of each of the packings can be separately evaluated and directly compared. This is achieved by recirculating water down the columns and passing air up through them. In addition, the columns can also be used to study the absorption of a solute gas from a mixture of gases (e.g. NH_3 in air). Thus, the absorber columns can be used to study and demonstrate the basic aspects of packed tower absorption. All necessary instruments and sample collecting facilities are provided.

Safety Instructions for Students

- (i) Students must not carry out laboratory work without the supervision of your T.A.
- (ii) Plastic gloves and goggles must be worn when handling corrosive liquids.
- (iii) The working place must be well ventilated.
- (iv) When working with solvents or gases other than air, ensure that the apparatus is adequately vented.
- (v) Smoking is forbidden in all laboratories.
- (vi) Ensure that the gas cylinder supplying the solute gas (NH_3) is secure, safe, and connected
- (vii) Do not feed NH_3 to the absorber until the air supply is on and there is water passing down the column. Failure to do so will allow NH_3 to escape into the immediate atmosphere, causing respiratory irritation, skin burns etc.

General Start-up Procedure

1. Start-up Liquid Flow

- (i) Choose the column to be operated
- (ii) Check if every valve is closed and then open only inlet and outlet valves for liquid of the chosen column. Also open the pump discharge valve FCV4 slightly.
- (iii) Ensure that the recirculation vessel is charged with water and that the liquid level is satisfactory (~half of the vessel).

- (iv) Inspect the equipment visually for glass breakage and leakage.
- (v) Start the pump.
- (vi) One may need to open FCV... and periodically increase/decreases the flow rate by adjusting FCV4 for bubble elimination inside the tube. When finished, close FCV...
- (vii) Adjust the water flow rate to the desired and try to maintain the flow rate and the level in the vessel. Wait for about 30 minutes before proceeding to section 5.2 to ensure complete wetting of the packing.

2. Start-up Air Flow

- (i) Check if every gas inlet valve id closed and then open only inlet valve for gas of the chosen column.
- (ii) Ensure that the compressed air supply is at a suitable pressure (~2 bar).
- (iv) Slowly open the air feed valve FCV1 and adjust it to give the required flow rate.

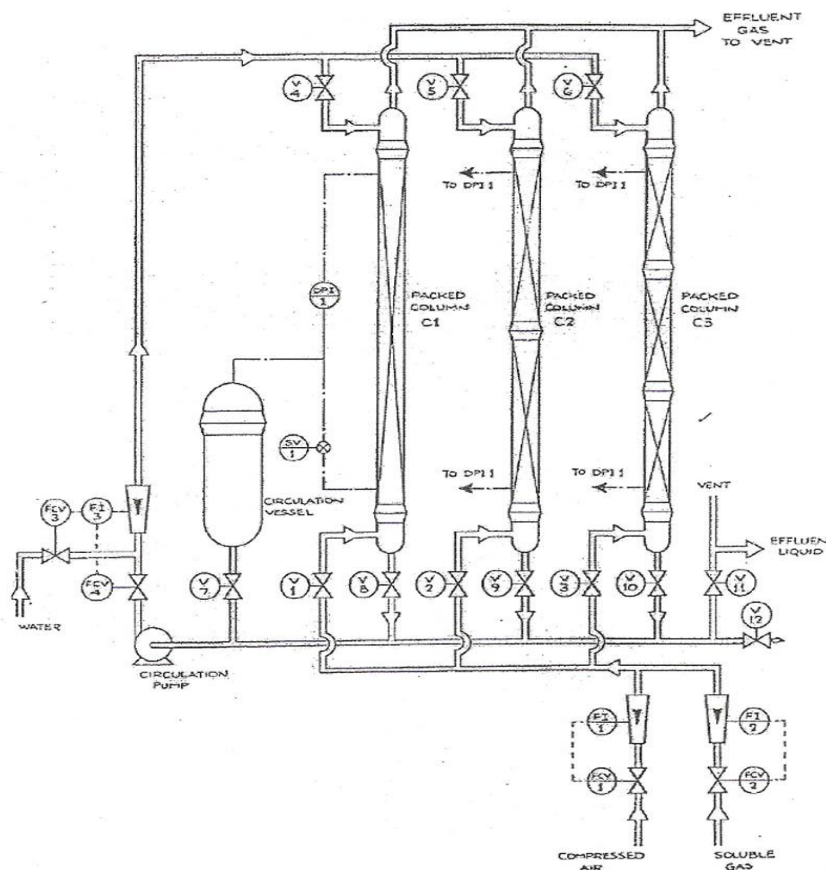


Figure 4 The Gas Absorption Plant.

Packed columns (80 mm dia x 1.3 m. Height):

- | | |
|------|---|
| No.1 | 7 mm Glass Raschig Rings REF FC7 |
| No.2 | 10 mm Glass Raschig Rings REF FC10 |
| No.3 | $\frac{1}{4}$ " Ceramic Intalox Saddles |

3. Start-up Mixed Gas Flow

- (i) Check if every gas inlet valve is closed and then open only inlet valve for gas of the chosen column.
- (ii) Set-up for pure air flow (follow the step ii and iii in section 5.2)
- (iii) Set the pressure regulator attached to the NH_3 gas cylinder to ~ 1 bar.
- (iv) **Slowly open** the solute feed gas valve FCV2 and adjust to give the required flow rate.

General Shut-down Procedure

1. Shut down NH_3 Flow

- (i) Shut off NH_3 supply at the gas cylinder and allow the remained gas flow before closing valve FCV2 and proceeding to the section 6.2

2. Shut down Liquid Flow

- (i) Turn off the faucet and quickly switch off the pump.
- (ii) Allow water in the column drain.

3. Shut down Pure air Flow

- (i) Let the air flow for a few minutes in order to dry most of the area inside the column.
- (ii) Shut off the air supply at the cylinder and allow the remained air flow.

Operating Considerations

- (i) **Do not** open flow meter feed valves **abruptly**. Open it slowly to prevent pressure surges to the equipment.
- (ii) **Do not** exceed the maximum flow rates on the flow meters.
- (iii) Sampling of liquid is achieved through valve V11. Ensure that suitable sampling containers are used.

GAS ABSORPTION

EXPERIMENT 1

Objectives

- (i) To demonstrate the absorption of ammonia gas from air by contacting the gas mixture with water in a counter-current packed tower.
- (ii) To estimate the number of transfer units (NTU_{OG}) for the system under the conditions used.
- (iii) To use literature correlations to estimate the height of a transfer unit (HTU_{OG}).
- (iv) To calculate the estimated tower height (packed height) and to compare this with the actual (measure) height.

Background

One of the main methods used for the determination of the height of absorber towers is through the use of the number of transfer units and height of a transfer unit. The height requirement is then given, with respect to overall mass transfer coefficients, as

$$h = HTU_{OG} \times NTU_{OG}$$

Under normal conditions the equilibrium curve for the soluble gas is in fact a curve and the (NTU_{OG}) must be evaluated using graphical integration methods. But when the gas mixture is dilute, and the equilibrium curve approximates to a straight line, then the (NTU_{OG}) can be directly calculated.

To estimate the (HTU_{OG}) the value of k_{AOG} is needed to determine. Because a strong reliance is placed on the use of empirical equations, it is important that the best possible estimate be used to evaluate k_{AOG} , and that great care must be taken when applying these correlations to ensure that the conditions used to derive the correlation equation are appropriate to the actual operating conditions.

Method

Read sections 5-7 first to ensure you fully understand all safety precautions and operating considerations.

- (i) Choose a column and carry out the start-up procedure.
- (ii) Set the water flow rate to 2 liter/min. Wait for a few minutes before performing a blank titration.
- (iii) Set the pure air and the NH₃ flow rates to achieve the ammonia concentration of 1.5 %v/v. (Note for the safety operation, a range of the NH₃ flow rate values 0.3 – 1.0 liter/min. is suggested)
- (iv) Wait for 7 minutes before beginning sample collection from sample valve V11. Collect liquid sample every 2-3 minutes for about 3 times or until steady state conditions have been reached (see the next step).
- (v) Titration: Add identically 2 drops of methyl orange to each of two beakers containing 25 cm³ of effluent. Titrate samples in both beakers with 0.1 M Hydrochloric acid. Record the titrant amount used and liquid temperature.
- (vi) Proceed to the next experiment.

Example of Calculations : The Absorption of SO₂ from Air by Water

1. Construct an Equilibrium curve for the SO₂/H₂O system at 15 °C (operating temperature).

mol fraction in gas ($y \times 10^3$)	mol fraction in solution ($x \times 10^3$)
0.40	0.056
1.10	0.140
2.90	0.280
5.00	0.442
7.50	0.566
13.20	0.845
17.45	1.000

2. Construct an Operating Line: determine x_1 , y_1 , x_2 and y_2 .

Already known:

$$x_2 = \text{mol fraction of SO}_2 \text{ in water entering the absorber} = 0$$

$$y_1 = \text{mol fraction of SO}_2 \text{ in air entering the absorber}$$

$$= \text{volume fraction (for gas)} = \frac{1}{(60 + 1)} = 0.0164$$

Unknown:

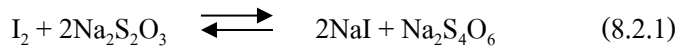
x_1 = mol fraction of SO₂ in water leaving the absorber

y_2 = mol fraction of SO₂ in air leaving the absorber

x_1 is determined by titrating samples collected after the absorption reaches the steady state, and in turn y_2 will be easily obtained.

Titration:

Two reactions occur:



Note : I₂ is used as an indicator, and 0.1 M Na₂S₄O₆ is standard solution.

As shown, I₂ reacts with Na₂S₂O₃ and SO₂ on 1:2 and 1:1 bases, respectively.

Data from titrations: 25 cm³ of effluent is used.

The iodine blank (no presence of SO₂) requires 39.0 cm³ of 0.1 M Na₂S₂O₃.

The residual iodine (steady state) requires 28.7 cm³ of 0.1 M Na₂S₂O₃.

∴ # moles of I₂ reacting with SO₂ is equivalent to 10.3 cm³ of 0.1 M Na₂S₂O₃, or

$$= \frac{1}{2} \times 10.3 \text{ cm}^3 \times \frac{0.1 \text{ mol}}{1000 \text{ cm}^3} = 5.15 \times 10^{-4} \text{ mol } I_2$$

Thus, # moles of SO₂ in 25 cm³ of effluent = 5.15 × 10⁻⁴ mol SO₂

However, total liquid flow rate = 2 liter/min = 2000 cm³/min

$$\begin{aligned} \# \text{ moles of SO}_2 \text{ in liquid phase leaving the absorber} &= \frac{2000 \text{ cm}^3 / \text{min} \times 5.15 \times 10^{-4} \text{ mol SO}_2}{25 \text{ cm}^3} \\ &= 0.0412 \text{ mol/min} \end{aligned}$$

moles of water leaving the absorber = # moles of water entering the absorber

$$= \frac{2000 \text{ cm}^3 / \text{min} \times 1 \text{ g} / \text{cm}^3}{18 \text{ g} / \text{mol}}$$

$$= 111.1 \text{ mol/min}$$

$$\text{Hence, } x_1 = \frac{0.0412}{0.0412 + 111.1} = 3.71 \times 10^{-4} \#$$

From the Experiment:

The volumetric flow rate of SO₂ entering the absorber at 15 °C = 1 liter/min

From the ideal gas law, assuming constant pressure and the number of moles,

$$\text{thus } \frac{V}{T} = \text{constant.}$$

$$\text{Therefore, } \frac{V_{273K}}{273K} = \frac{V_{288K}}{288K} \quad \text{and } V_{273K} = \frac{273K}{288K} \cdot V_{288K} = \frac{273K}{288K} \cdot 1 \text{ liter} / \text{min}$$

$$= 0.95 \text{ liter/min}$$

Since at STP, 22.4 liter is equivalent to 1 mol,

$$\text{The amount of SO}_2 \text{ entering the absorber} = \frac{0.95 \text{ liter} / \text{min} \times 1 \text{ mol}}{22.4 \text{ liter}}$$

$$= 0.0424 \text{ liter/min}$$

$$\text{The percentage of SO}_2 \text{ absorbed} = \frac{\# \text{ mole SO}_2 \text{ absorbed in the liquid}}{\# \text{ mole SO}_2 \text{ input in the gas}} = \frac{0.0412}{0.0424} = 96.2\%$$

Therefore, SO₂ remaining in the gas phase = 100 – 97.2 = 2.8%

$$\text{New volume fraction} = \frac{1 \text{ liter} / \text{min} \times \frac{2.8}{100}}{60 \text{ liter} / \text{min} + (1 \text{ liter} / \text{min} \times \frac{2.8}{100})} = 0.00047 = y_2$$

Now an operating line can be drawn as shown in Figure 5:

$$(x_1, y_1) = (0.37 \times 10^{-3}, 16.4 \times 10^{-3}) \text{ and } (x_2, y_2) = (0, 0.47 \times 10^{-3}).$$

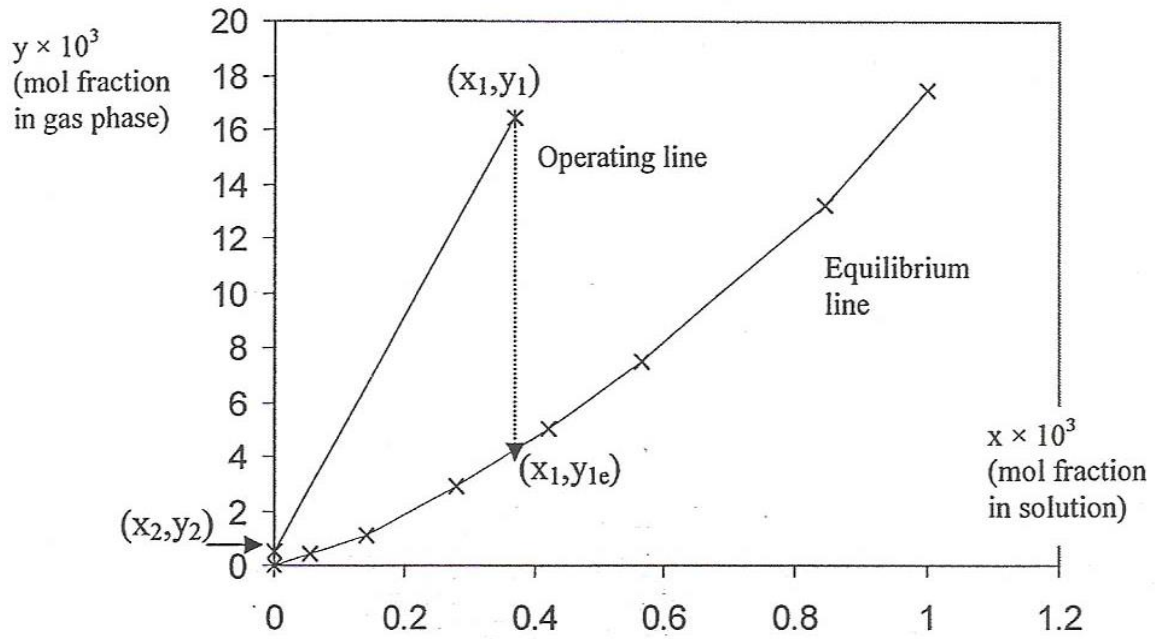


Figure 5 Operating and Equilibrium Lines of the SO₂/H₂O System.

3. Determine NTU_{OG}

From
$$NTU_{OG} = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_{LM}} \quad (2.3.14)$$

Where
$$\overline{\Delta y_{LM}} = \frac{(y_1 - y_{1e}) - (y_2 - y_{2e})}{\ln \frac{(y_1 - y_{1e})}{(y_2 - y_{2e})}} \quad (2.3.15)$$

$(x_1, y_1) = (0.37 \times 10^{-3}, 16.4 \times 10^{-3})$ and $(x_2, y_2) = (0, 0.47 \times 10^{-3})$.

$y_{1e} = \left(\begin{array}{l} \text{mole fraction of SO}_2 \text{ input in the gas phase} \\ \text{in equilibrium with solution composition } x_1 \end{array} \right) = \text{(obtained from Figure 5)}$

$y_{2e} = \left(\begin{array}{l} \text{mole fraction of SO}_2 \text{ remaining in the gas phase} \\ \text{in equilibrium with solution composition } x_{21} \end{array} \right) = 0 \text{ (obtained from Figure 5)}$

Therefore,
$$\overline{\Delta y_{LM}} = \frac{(y_1 - y_{1e}) - (y_2 - y_{2e})}{\ln \frac{(y_1 - y_{1e})}{(y_2 - y_{2e})}} = \frac{(16.4 \times 10^{-3} - 4.3 \times 10^{-3}) - (0.47 \times 10^{-3} - 0)}{\ln \frac{(16.4 \times 10^{-3} - 4.3 \times 10^{-3})}{(0.47 \times 10^{-3} - 0)}} = 3.58 \times 10^{-3}$$

$$\text{and } NTU_{OG} = \frac{y_1 - y_2}{\Delta y_{LM}} = \frac{16.4 \times 10^{-3} - 0.47 \times 10^{-3}}{3.58 \times 10^{-3}} = 4.45 \sim 4.5$$

4. Determine HTU_{OG}

Obtained from correlation based on 100% wetting of the packing,

$$(k_{AOG} \cdot a) \text{ for } SO_2 = 5.55 \times 10^{-4} \text{ kmol s}^{-1} \text{ m}^{-3} (\text{kNm}^{-2})^{-1}$$

But this was not quite true. Usually the wetting under the conditions of this experiment is low; perhaps 50% of the total area is unavailable for effective transfer. Therefore, the corrected correlation value can be reduced by a factor of 2

$$(k_{AOG} \cdot a)_{\text{corrected}} = \frac{5.55 \times 10^{-4}}{2} = 2.77 \times 10^{-4} \text{ kmol s}^{-1} \text{ m}^{-3} (\text{kNm}^{-2})^{-1}$$

Since $(k_{AOG} \cdot a) = \frac{(k''_{AOG} \cdot a)}{P}$ where $P = \text{total pressure} = 1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kNm}^{-2}$

$$HTU_{OG} = \left(\frac{G_M}{k''_{AOG} \cdot a} \right) = \left(\frac{G_M}{k''_{AOG} \cdot a \cdot P} \right)$$

Cross-sectional area of the absorber, $S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0.04\text{m})^2 = 0.005 \text{ m}^2$

$$G_M = \frac{G'_M}{S} = \frac{273K}{288K} \cdot \frac{1\text{mol}}{22.4\text{liter}} \cdot \frac{60\text{liter}/\text{min}}{0.005\text{m}^2} \cdot \frac{1\text{min}}{60\text{s}} \cdot \frac{1\text{kmol}}{1000\text{mol}} = 8.46 \times 10^{-3} \text{ kmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Finally, } HTU_{OG} = \left(\frac{G_M}{k''_{AOG} \cdot a \cdot P} \right) = \frac{8.46 \times 10^{-3} \text{ kmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}}{2.77 \times 10^{-4} \text{ kmol m}^{-2} \text{ s}^{-1} (\text{kNm}^{-2})^{-1} \cdot 101.325 \text{ kNm}^{-2}}$$

$$= .30 \text{ m}$$

5. Determine the Height of the Absorber

$$h = HTU_{OG} \times NTU_{OG} = 0.30 \text{ m} \times 4.5 = 1.35 \text{ m.}$$

GAS ABSORPTION

EXPERIMENT 2

Objectives

To demonstrate the effect of gas flow rates (at constant liquid flow rate) on absorber efficiency.

Background

The efficiency of a packed column can be discussed in terms of mass transfer coefficient or on the basis of the HTU. The former approach is not too helpful as mass transfer coefficients vary with operating conditions. For example, the mass transfer coefficient depends on the gas flow rate. Nonetheless, the transfer unit concept is not independent of the mass transfer coefficient, because the mass transfer coefficient is in fact embedded in the HTU definition, as

$$\text{HTU}_{\text{OG}} = \left(\frac{G_M}{k''_{\text{AOG}} \cdot a} \right)$$

Thus for HTU_{OG} the variation in k''_{AOG} is offset by the change in G_M^* , so HTU_{OG} is relatively constant. For this reason, discussions of efficiency are commonly based on the HTU approach.

*For a packed tower absorber operated at a constant liquid flow rate:

$$k'_{\text{AOG}} \cdot a = \alpha \cdot G^n \quad (\text{a})$$

Where α and n are constants, depending on the particular system and G is the gas flow rate.

In addition,
$$k'_{\text{AOG}} \cdot a = \frac{N}{V(\Delta p_{LM})} \quad (\text{b})$$

Where N is the total mass transfer of material (solute), V is volume of the packed bed, and Δp_{LM} is log mean of driving force expressed in partial pressure.

Equate equation (a) and (b) to obtain

$$\frac{N}{V(\Delta p_{LM})} = \alpha \cdot G^n \quad (\text{c})$$

Since V and Δp_{LM} are constant due to using a dilute gas mixture,

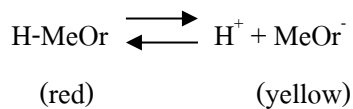
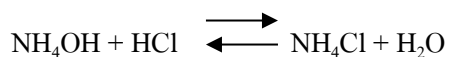
$$N = \alpha' \cdot G^n \quad (d)$$

and $\log N = \log \alpha' + n \log G \quad (e)$

Method

Read sections 5-7 first to ensure you fully understand all safety precautions and operating considerations.

- (i) Continue from the experiment 1. Make certain that the water flow rate is 2 liter/min.
- (ii) Employ different NH_3 and air flow rates which still give the concentration of the mixed flow 1.5 %v/v.
- (iii) Wait for 7 minutes before beginning sample collection from sample valve V11.
Collect liquid sample every 2-3 minutes for about 3 times or until steady state conditions have been reached (see the next step).
- (iv) Titration: Add identically 2 drops of methyl orange to each of two beakers containing 25 cm^3 of effluent. Titrate samples in both beakers with 0.1 M Hydrochloric acid.
Record the titrant amount used and liquid temperature.
- (v) Repeat for the other two pair values of air and NH_3 flow rates.



Based on a theoretical expression for 100% wetting,

$$k'_{AOG} \cdot a = 8 \times 10^{-4} (G)^{0.5} (L)^{0.4}; \quad G = \text{gas flow per unit area (kg m}^{-2} \text{ s}^{-1})$$

$$L = \text{liquid flow per unit area (kg m}^{-2} \text{ s}^{-1})$$

$$k'_{AOG} \cdot a = \text{kmol s}^{-1} \text{ m}^{-3} (\text{kNm}^{-2})^{-1}$$

Appendix 1

Solubility data given by Perry^a

x	$y_{20^\circ\text{C}}$	$y_{30^\circ\text{C}}$	$y_{40^\circ\text{C}}$
0.0308	0.0239	0.0389	0.0592
0.0406	0.0328	0.0528	0.080
0.0503	0.0417	0.0671	0.1007
0.0735	0.0658	0.1049	0.1579

For $\text{NH}_3 \longrightarrow \text{NH}_{3(\text{aq})}$,

^aPerry, J.H. Chemical Engineers' Handbook, 6th ed. New York: McGraw-Hill, 1984, p. 3-101.

Choose y 's at temperature condition close to that of the liquid stream leaving the column.

Appendix 2

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

ANHYDROYS AMMONIA

DISTRIBUTOR:

W.D.SERVICE COMPANY, INC.

780 CREEK ROAD, P.O.BOX 147

BELLMAWR, NJ 08099

CORPORATE EMERGENCY TELEPHONE NUMBER: 856-931-6100, 24 HOUR: 800-827-9560

DESCRIPTION

CHEMICAL NAME: Ammonia, Anhydrous CAS REGISTRY NO.7664-41-7

SYNONYMS: Ammonia, Liquefied

CHEMICAL FAMILY: Ammonia FORMULA: NH₃ MOL. WT: 17.03(NH₃)

CIMPOSITION: 99+% Ammonia.

STSTATEMENT OF HEALTH HAZARD

HAZARE DESCRIPTION: Irritant And corrosive to skin, eye, respiratory tract and mucous membranes. May cause severe burns, eye and lung injuries. Skin and respiratory related diseases aggravated by exposure, Not recognized by OSHA as a carcinogen. Not listed in the National Toxicology Program annual report. Not listed as a carcinogen by the International Agency for Research on Cancer.

EXPOSURE LIMITS: 50 ppm PEL – Federal OSHA
25 ppm TWA – NIOSH
35 ppm STEL – NIOSH
300 ppm IDLH – NIOSH

EMERGENCY TREATMENT

EFFECTS OF OVEREXPOSURE: Eye: lachrymatoin, edema, blindness. Skin: irritation, corrosive burns, blister formation. Contact with liquid will freeze he tissue, then produces a caustic burn. Inhalation: heavy, acute exposure may result in severe irritation of the respiratory tract, glottal edema, bronchialspasm,

pulmonary edema and respiratory arrest. Chronic effects: bronchitis. Extreme exposure (5000 ppm) can cause immediate death from spasm, inflammation or edema of larynx.

EMERGENCY AID: Skin: flush with copious amounts of water while removing contaminated clothing and shoes. Do not rub, or apply ointment on affected area. SEEK IMMEDIATE MEDICAL HELP. Ingestion: if conscious, give large amount of water to drink. Refer immediately to physician. Eye: flush with copious amounts of water for 15 min. Eyelids should be held apart and away from eyeball for thorough rinsing. SPEED AND THOROUGHNESS IN RINSING THE EYE IS MOST IMPORTANT ON PREVENTING LATENT PERMANENT INJURIES. Inhalation: remove the fresh air. Administer oxygen or artificial respiration if necessary.

PHYSICAL DATA

BOILING PT: -33 °C (-28 °F)	FREEZING PT: -78°C (-108 °F)
VAPOR DENSITY (Air=1): 0.596 @ 0 °C (32 °F)	VAPOR DENSITY (Air=1): 0.6
VOPR PRESSURE: 10 atm @ 25.7°C	SOLUBILITY IN WATER: 89.9 g/100cc @ 0 °C, 7.4 g/100cc @ 0 °C
SPECIFIC GRAVITY (H2O=1): 0.682 @ 4 °C (39 °F)	EVAPORATION RATE (Water=1) Faster than water
PERCENT VOLATILE: 100%	SURFACE TENSION : 23.4 Dynes/cm @ 11.1 °C
APPEARANCE & ODOR : Colorless gas/liquid and pungent odor	

FIRE AND EXPLOSION HAZARD DATA

FLASH POINT:	None
AUTOIGNITION	651 °C (1204 °F) catalyzed by iron; 850 °C (1562 °F) uncatalyzed
FLAMMABLE LIMITS IN AIR:	LEL 15% UEL 28%
EXTINGUISHING MEDIA:	Non-combustible

SPECIAL FIRE-FIGHTING PROCEDURES: Must wear protective clothing and respiratory protection. See PROTECTIVE EQUIPMENT. Stop source if possible. Cool fire exposed containers with water spray. Stay upwind and use water spray to knock down vapor and dilute.

UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS: Not GENERALLY A FIRE HAZARD. If relief valves are inoperative, heat-exposed storage containers may become explosion hazards. Ammonia contact with chemicals such as mercury, chlorine, iodine, bromine, silver oxide, or hypochlorites can form explosive compounds. Special hazards with chlorine to form chloramine gas, also a primary skin irritant and sensitizer. Combustion may form toxic nitrogen oxides.

CHEMICAL REACTIVITY

STABILITY: Stable at room temperature. Ammonia will react exothermically with acids and water

CONDITIONS TO AVOID: Avoid mixing with sulfuric acid or other strong mineral acids. Avoid mixing with hypochlorites (chlorine bleach) or other halogens and sodium hydroxide. Avoid contact with galvanized surfaces, copper, brass, bronze, aluminum alloys, mercury, gold, silver, and strong oxidizers. Avoid heating.

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS: Hydrogen and nitrogen gases above 450 °C (842 °F)

SPILL OF LEAK PROCEDURES

STEPS TO BE TAKEN: Wear respiratory protection and protective clothing, see PROTECTIVE EQUIPMENT. Stop source if possible. If exposure concerns are present, stay upwind and use water spray downwind of leak source to absorb ammonia gas and dilute. CAUTION: ADDING WATER DIRECTLY

TO LIQUID SPILLS WILL INCREASE VOLATILIZATION OF AMMONIA, THUS INCREASING POSSIBILITY OF EXPOSURE.

WASTE DISPOSAL: Listed as hazardous substance under CWA (40 CFR 116.4, 40 CFR 117.3 Reportable Quantity 100lbs. OR 45.4 kg) Classed as a hazardous waste under RCRA (40 CFR 261.32 Corrosive # D002). Comply with all regulations. Suitably diluted product may be disposed of on agricultural land as fertilizer. Keep spill from entering streams or lakes.

SPECIAL PROTECTION AND PROCEDURES

RESPIRATORY PROTECTION: MSHA/NIOSH approved respiratory protection with full face piece for gas and vapor contaminants effective for anhydrous ammonia and able to be used for entry and escape in emergencies. Refer to 29 CFR 1910.134 and ANSI: Z88.2 for requirements and selection.

VENTILATION: Local exhaust sufficient to keep ammonia gas below Permissible Exposure Limits. Refer to 29 CFR 1910.134 and ANSI: Z9.2 for requirements and selection.

PROTECTIVE EQUIPMENT: Splash-proof, chemical safety goggles, rubber gloves and boots to prevent contact. Respiratory protection. Cotton work clothes recommended. Refer to 29 CFR 1910.134 for requirements.

SPECIAL PRECAUTIONS

STORAGE AND HANDLING: Store in cool, well-ventilated area with containers tightly closed. OSHA 29 CFR 1910.111 prescribes handling and storage requirements for anhydrous ammonia as a hazardous material.

WORK-PLACE PROTECTIVE EQUIPMENT: as discussed above should be near, but outside of ammonia area. Eyewash and safety shower in immediate vicinity. See 29 CFR 1910.141 for workplace requirements.

DISPOSAL: Ammonia is listed as a hazardous substance under FWPCA. See WASTE DISPOSAL. Classified as RCRA Hazardous waste due to corrosivity.

PERSONAL: Avoid unnecessary exposure. Use protective equipment as needed. Do not wear contact lenses.

LABELING AND SHIPPING

HAZARD CLASS: 2.2 (Nonflammable Gas) U.S. Domestic AND 2.3 (Poison Gas) International

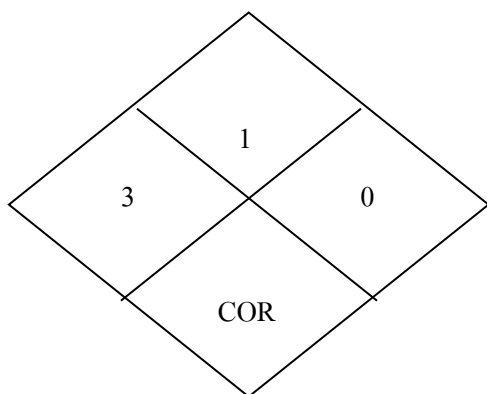
PROPER SHIPPING DISCRIPTION: Ammonia, Anhydrous, 2.2 UN1005, QR, International Hazard (U.S. Domestic)

AND Ammonia, Anhydrous, 2.3, QR, Poison-Inhalation Hazard Zone “D” (International)

PLACARD/LABEL: Nonflammable Gas (U.S. Domestic) AND Poison Gas, Corrosive (Subsidiary) (International)

IDENTIFICATION NO: UN 1005

National Fire Protection Assoc. Hazardous Rating:



Hazardous Materials Identification System Labels:

ANHYDROUS AMMONIA	
HEALTH	3
FLAMMABILITY	1
REACTIVITY	0
PERSONAL PROTECTION	H

OTHER REGULATORY REQUIREMENTS

Under the Comprehensive Environmental Response, Compensation, And Liability Act of 1980 (CERCLA), Section 103, any environmental release of this chemical to or over the reportable quantity of 100 lbs. must be reported promptly to the National Response Center, Washington, D.C. (1-800-424-8802). Any consumer product containing 5% or more ammonia requires a POISON label under FHSA (16 CFR 1500. 129(1)).

The material is subject to the reporting requirements of Section 313, Section 304, Section 312, Title III of the Superfund Amendments and Reauthorization Act of 1986 and 40 CFR 372.

EPCRA extremely hazardous substance, 40 CFR 355, Title III, Section 302-Ammonia, TPQ 500 lbs.

Regulated under Clean Air Act 40 CFR 112 (r), TQ 10,000lbs.

EPA Hazard Categories-Immediate: Yes; Delayed: No; Fire: No; Sudden Release: Yes; Reactive: No

The information, data, and recommendations in this material safety data sheet relate only to the specific material designated herein and do not relate to use in combination with any other material or in any process. The information, data and recommendations set forth herein are believed by us to be accurate. We make no warranties, either expressed or implied, with respect thereto and assume no liability in connection with any use of such information, data and recommendations.

Revised: July, 1998

BATCH TRAY DRYING

General Drying Behavior

In drying a wet solid with a gas of fixed temperature and humidity, one general pattern of behavior always appears. Immediately after contact between the sample and the drying medium, the solid temperature adjusts until it reaches a steady state. The solid temperature and the rate of drying may increase or decrease to reach the steady-state condition. At steady state, a temperature probe would find the temperature of the wet-solid surface to be the wet-bulb temperature of the gas, but here agreement would be imperfect because of lag in movement of mass and heat. Once these stock temperatures reach the wet-bulb temperature of the gas, they are found to be quite stable, and the drying rate also remains constant. This is the so-called constant-rate drying period. The period ends when the solid reaches the critical moisture content. Beyond this point, the surface temperature rises, and the drying rate falls off rapidly. The falling-rate period may take a far longer time than the constant-rate period, even though the moisture removal may be much less. The drying rate approaches Zero at some equilibrium moisture content which is the lowest moisture content obtainable with this solid under the drying conditions used. Figure 1.1 and 1.2 show typical drying curves, one on the basis of moisture content versus time and the other of the basis of rate of drying versus moisture content. The moisture-content-time plot (Figure 1.1) is the form in which drying test data might be obtained. Figure 1.2, the drying process. It is obtained by differentiating data in the form of Figure 1.1 and thus is subject to considerable scattering of data and resulting uncertainty.

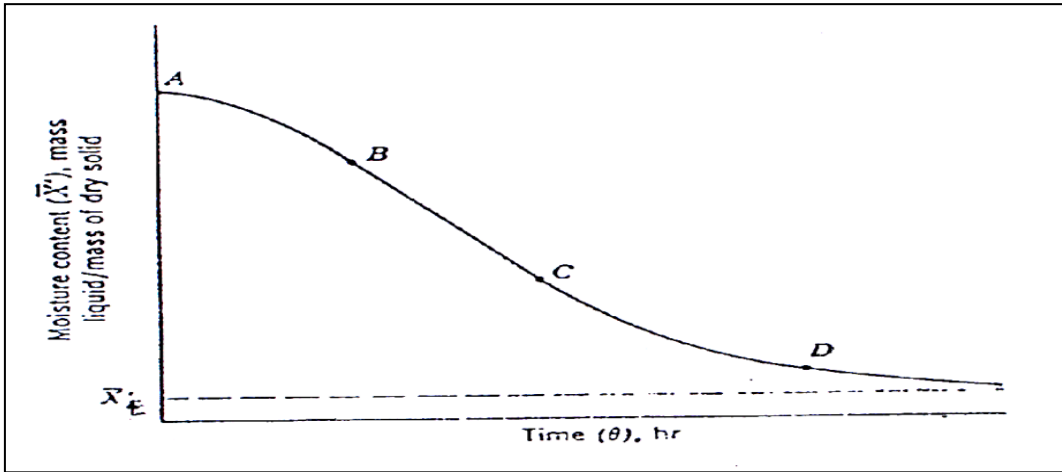


Figure 1 Typical drying curve for constant drying conditions, moisture content as a function of time.

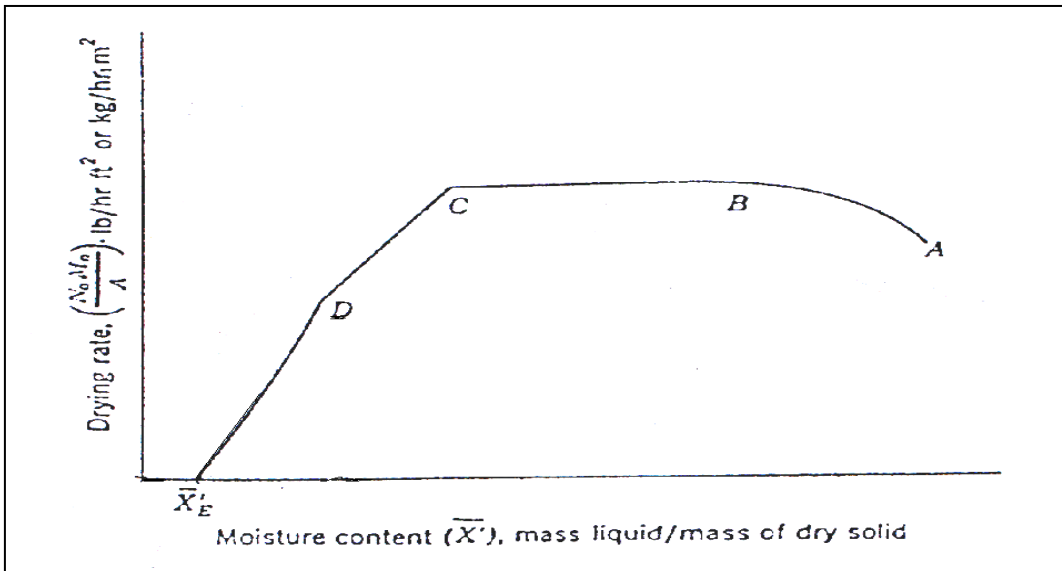


Figure 2 Typical drying rate curve for constant drying conditions, drying rate as a function of moisture content.

These typical drying curves are related to the mechanism by which drying occurs. The drying period represented by segment AB of the curves of Figure 1.1 and Figure 1.2 is the unsteady-state period during which the solid temperature reaches its steady-state value. Although the shape shown is typical, almost any shape is possible, and AB may occur at decreasing rate as well as the increasing rate shown. During the constant-rate period (segment BC of the drying curves of Figures 1.1 and 1.2), the entire exposed surface is saturated with water. Drying proceeds as from a pool of liquid with the solid not directly influencing the drying rate. It is possible that the roughness of the solid surface over which the liquid film extends may increase mass- and heat-transfer coefficients, but surface temperature reaches the wet-bulb temperature, as would be expected. The constant-rate drying regime continues with the mass that is transferred from the surface continuously replaced by movement of liquid from the interior of the stock. The mechanism of liquid movement and consequently the rate of this movement vary markedly with the structure of the solid itself. Wet solids having relatively large, open void spaces, the movement is likely to be controlled by surface tension and gravity forces within the solid. Wet solids of fibrous or amorphous structures, liquid movement is by diffusion through the solid. Since the diffusion rates are much slower than the flow by gravity and capillarity, solids in which diffusion controls the liquid movement are likely to have short constant-rate periods. At point C, the moisture content of the solid is barely adequate to supply the entire surface.

During the drying period between points C and D of Figure 1.2, called the “first falling-rate period”, the surface becomes more and more depleted in liquid because the rate of liquid movement to the surface is slower than the rate of mass transfer from the surface, until at point D there is no significant area of liquid-saturated surface. The part of the surface that is saturated dries by convective transfer of heat from and mass to the drying gas stream. Vapor from lower levels in the sample diffuses to the part of the surface that is not saturated and then continues its diffusion into the gas stream. This mechanism is very slow compared to the convective transfer from the saturated surface.

At moisture contents lower than that at point D of Figure 1.2 all evaporation occurs from the interior of the solid. As the moisture content continues to fall, the path for diffusion of heat and mass grows longer, and the concentration potential eventually decreases until at X_E , the equilibrium moisture content, there is no further drying. The equilibrium moisture content is reached when the vapor pressure over the solid is equal to the partial pressure of vapor in the incoming drying gas. This period is called the “second falling-rate period.”

Moisture Movement – Capillarity Mechanism

For beds of particulate solids for substances with a large open-pore structure, the molecular diffusion mechanism is obviously incorrect. For these materials, movement of liquid within the solid results from a net force arising from differences in hydrostatic head and in surface-tension effects. Surface tension causes the pressure under a curved liquid surface to be different from that of a flat surface.

At lower moisture contents (those between C and D of Figure 1.2), the liquid interface begins to retreat from the surface. The retreat is not uniform, as the radii of curvature of the liquid menisci at the surface are not uniform. Liquid in larger pores is pulled down into the sample to supply the menisci in smaller pores by flow through the surface-tension driving force. As drying proceeds, liquid in the larger pores continues to retreat either until it reaches a narrow “waist” in the pore and thus takes on a curvature matching that in the filled pore or until it retreats far enough so that the unbalance in surface-tension force is matched by an unbalance in gravitational head. As the moisture is depleted, more and more surface pores lose their moisture in this way so that, between C and D, the proportion of the total surface that is saturated becomes less and less. Figure 1.3 shows the solid phase during the period. Drying proceeds from the saturated surface at the same rate as the observed in the constant-rate period. The overall drying rate is reduced because heat and mass must both diffuse through the top layers of the solid. By the time point D, the “second critical point,” is reached, moisture has retreated from all the surface pores. Further drying involves a longer and longer diffusion path for both heat and mass. The physical situation for a granular-solid bed is shown in Figure 1.4. During the late drying stages, the solid surface approaches the temperature of the drying medium, but the surface from which evaporation actually occurs remains at the wet-bulb temperature. The second critical point is hard to find experimentally, and frequently the drying rate curve may be smooth from C to E. The curves vary greatly in shape and slope depending upon the structure of the solid and the ease of movement of moisture within it. Toward the end of the drying process, the moisture present exists in small pockets in pore corners scattered throughout the solid as shown in Figure 1.5. The actual drying surface is scattered and discontinuous, and the mechanism controlling the drying rate is that of diffusion of heat and mass through the porous solid.

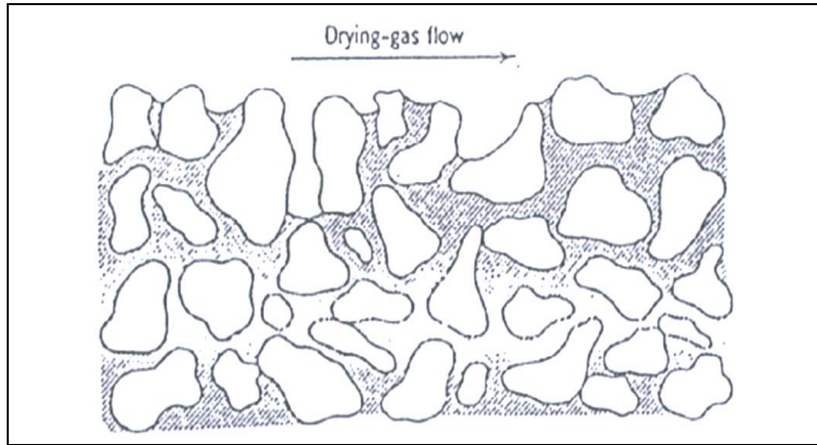


Figure 3 Moisture distribution in a particulate solid bed during the first falling-rate period.

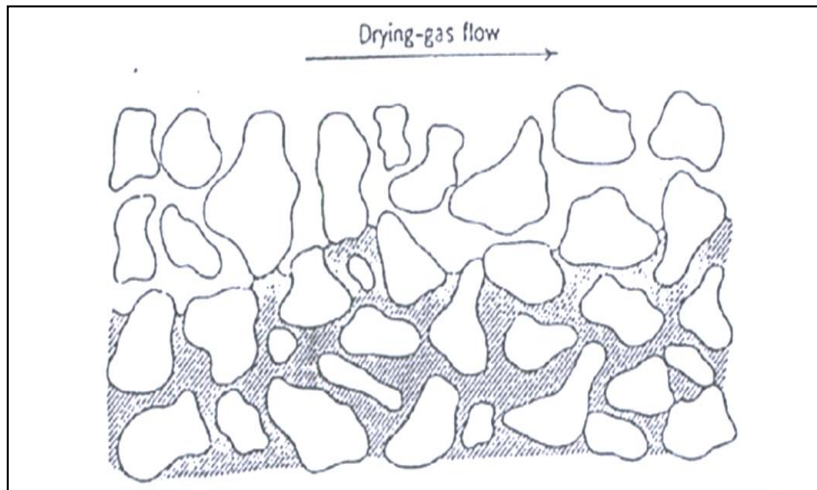
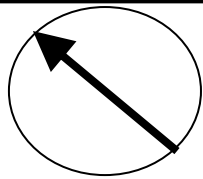
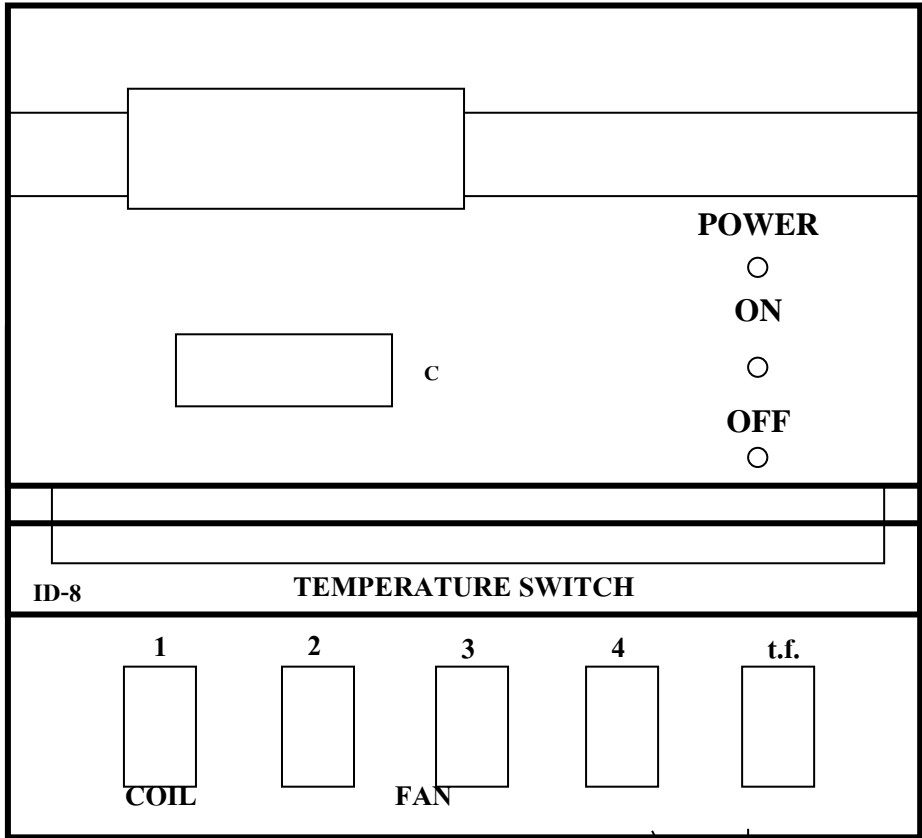
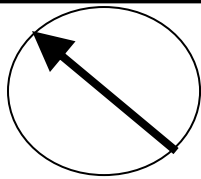


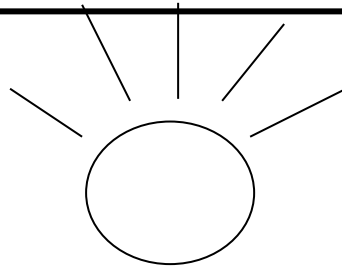
Figure 4 Moisture distribution in a particulate solid bed during the second falling-rate period.



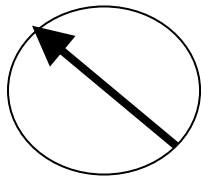
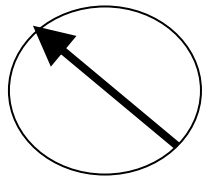
TEMP



BALANCE



SPEED



BATCH TRAY DRYING
EXPERIMENT 1
OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT

Objective

To determine the relationship between the overall heat transfer coefficient and air velocity.

Theory

The process of heat transfer between electrical heated coil and the air stream air involves only the convection from the outside coil wall to the flowing air stream.

$$I/u = I/h_a \quad (1)$$

$$Q = UA_o T_{in} (T_s, T_a) \quad (2)$$

where

- U = overall heat transfer coefficient
- h_a = air side film coefficient
- Q = rate of heat transfer
- A_o = external area
- T_s = surface temperature of coil
- T_a = air temperature

The air side film coefficient (h_a) will be some function of air velocity (V_a)

$$U_a = C_1 + C_2 V_a^n \quad (3)$$

where C1, C2 = constant values

Procedure

1. Turn on electric switch inside the cupboard.
2. Switch on fan, heating coil and temperature indicator.
3. Set temperature of coil (model DD-6), 50 C.
4. Wait until the system reaches equilibrium condition (about 5 min)
5. Start recording the time and measure the following values:
 - Air temperature
 - Temp. 1 : air inlet before coil.
 - Temp. 2 : air inlet temp.
 - Temp. 4 : air outlet temp.
 - Temp. on model DD-8 : drying chamber temp.
 - Air velocity
6. Repeat items no. 3-4 by varying air velocity 4 values.
7. Calculate the following quantities and report in your results table.
 - Density of air at mean temperature.
 - Mass flow rate of air.
 - Overall heat transfer coefficient

Experiment Data

T Set of Coil = 50 °C

Run no.	Air Temp		Air Velocity	Air Inlet before of Coil	Drying Chamber Temp.
	Inlet	Outlet	m/s	(c)	(c)
1					
2					
3					
4					
5					

Experiment Results

Log mean Temp diff	Density of Air	Air mass Flow rate	Heat Transfer Coefficient (U)

BATCH TRAY DRYING

EXPERIMENT 2

DRYING PHENOMENA

Objective

To study the rate of drying under different conditions of temperature and air velocity.

Theory

At moisture contents lower than that at point D of Figure 1.2, all evaporation occurs from the interior of the solid. As the moisture content continues to fall, the path for diffusion of heat and mass grows longer, and the concentration potential decreases until at x , the equilibrium moisture content, there is no further drying. The equilibrium moisture content is reached when the vapour pressure over the solid is equal to the partial pressure of vapour in the incoming drying gas. This period is called the “second falling-rate period”. In calculation involving drying, the drying rate curve must be considered in its major sections, for the controlling factor along different parts of the curve. The drying rate is defined as

$$R = -(wA) \times (dx/d\theta)$$

where R = drying rate, mass of liquid evaporated per hr and unit area of solid surface

W_a = Weight of dry solid, mass

x = bulk moisture content of the solid, mass of liquid/mass of dry solid

A = area of solid surface exposed to the stream

Procedure

1. Weigh each of tray.
2. Take 200 g. of dry sand and arrange on the trays, with level surfaces and equal thickness on each tray, then add some water into the sand and weigh the wet sand on the balance.
3. Prepare gauze covering with water to thermocouple inside dryer.
4. Turn on electric switch inside the cupboard.
5. Switch on the fan and heating coil. Wait until equilibrium has been established, then take the trays with the wet sand into the dryer.
6. Set temperature to 50 C.
7. Start recording the following values every 3 minutes :
 - weight of the trays with the wet sand.
 - Air temperature : Temp. 1 inlet air temp., Temp. 3 wet bulb temp & Temp. 4 outlet air temp.
 - air velocity
 - heating – coil temp.
8. When the equilibrium is established stop the experiment.
9. From the results obtained above, a drying curve of solid moisture content against time can be constructed.
10. Plot drying rate (R) vs. moisture content (x)
11. Determine the critical moisture, equilibrium moisture content, drying rate and drying coefficient at constant rate period.

Experiment Data

Time (min)	Air Temperature			Weight of	
	Inlet	Outlet	Wet bulb	Tray + Sand + Water (g)	
0					
3					
6					
9					
12					
15					
18					
21					
24					
27					
30					
33					
36					
39					
42					
45					
48					
51					
54					
57					
60					

BATCH TRAY DRYING
EXPERIMENT 3
EFFECT OF BED THICKNESS

Objective

1. To observe the drying rate phenomena.
2. To determine the effect of bed thickness on the drying rate.

Theory

The constant drying rate depends only on the conditions at the surface of the material and the cake thickness has therefore no influence on its value. In the falling –rate drying period, however, the rate of drying is controlled by the rate of migration of water to the surface at which evaporation occurs and clearly an increase in thickness will cause a decrease in the mean falling drying rate. It will also have effect of increasing the critical moisture content and thus further decreasing the overall drying rate by reducing the range over which this highest rate occurs. Quantitative expression of the changes in the slope and shape of the falling rate curve and is not predictable in the present state of knowledge.

Effect of bed thickness can calculation by modified the ordinate R of the rate-of- drying curve is therefore given by equation :

$$R = (I/A) (dm/dt) \quad (1)$$

Where m is the mass of the total moisture in the solid (Ib.) and t is the drying time in hours. If ρ_s is the density of the solid, in pounds per cubic foot of bone-dry material, and if shrinkage is neglected so the ρ_s is constant,

$$dm = - S \rho_s dx/dt \quad (2)$$

Where $x =$ Ib. of moisture per Ib. of bone-dry solid

Combining Eq (1) and (2) gives

$$R = - S \rho_s dx/dt \quad (3)$$

Since the rate-of- drying curve provides a relation between R and X, Eq (3) may be integrated between X_c , and X_2 , the initial and final free moisture contents, respectively.

$$t_r = S \rho_s \int (1/R) dX \quad (4)$$

The available for formally integrating Eq (4). There are during the constant-rate period and during a falling –rate period in which the rate-of drying curve is linear. Then the Eq (4) may then be written

$$T_r = t_s + t_f = S \rho_s (X_1 - X_c)/R_c + X_c \ln X_c/X_2 \quad (5)$$

Note that R_c and X_c must be calculated for the constant-rate period and the Eq (5) show that the rate of drying of materials following those equation is inversely proportional to the thickness of solid, excepted as the thickness affect the critical moisture contents.

Procedure

1. Turn on electric switch inside the cupboard.
 Switch on fan
 Switch on heating coil
 Set temperature in dryer (model DD-8) at 50°C
 Switch on the balance
 Turn the speed of fan to NO.1
2. Prepare gauze covering with water to thermocouple inside dryer.
3. Arrange dry sand on each tray, with the height approximately 0.1 cm., then weight the dry sand.
4. Spray some water (approx. 100 g.) all over the dry sand.
5. Take the trays with the wet sand into the dryer.
6. Start recording the following values every 5 minutes.
 - weight of the trays with the wet sand
 - air temperature

Temp. 1 inlet air temp.

Temp.3 wet bulb temp.

Temp. 4 outlet air temp.

- air velocity
- heating-coil temp.

7. When the equilibrium is established, stop the experiment.
8. Repeat items number 3-6 by changing item number 2, with the height of the sand about 0.5 cm.
9. From the results obtained above, a drying curve of solid moisture content against time can be constructed.
10. Plot Drying – Rate curve : moisture content vs. rate of drying/hr
11. Plot Drying curve : Time vs. moisture content
12. Determine the critical moisture content, equilibrium moisture content, drying rate and drying coefficient at constant rate period.

Experiment Data

Time (min)	Air Temperature			Weight of	
	Inlet	Outlet	Wet bulb	Tray + Sand + Water (g)	
0					
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85					
90					
95					
100					

BATCH TRAY DRYING
EXPERIMENT 4
EFFECT OF AIR VELOCITY

Objective

1. To determine the relationship between air velocity and drying rate.
2. To determine the drying phenomena and the moisture content.
3. To investigate the effect of air velocity on the overall heat transfer coefficient.

Theory

Variation in the air velocity affect the drying rate in the constant-rate period through their influence on the coefficient h_G and k_G . Value of h_G and k_G for flow over flat plates. The effect of roughness of solid surface, approach conditions, and changes in direction encountered in actual cases make this procedure somewhat uncertain, although the results obtained will probably be on the conservative side. Experimental data for the heat-transfer coefficient h_G may be correlated on the following basis :

$$i_H = ((h_g/(C_p \cdot G))(C_p \mu^{2/3}/k) = \phi (LG/\mu) \quad (1)$$

where

j_H = j factor for heat transfer, dimensionless

C_p , μ , k = gas-phase physical properties, consistent units

G = superficial mass velocity of gas phase, Ib/ hr.ft²

L = Length of wetted surface, ft

ϕ = a function

h_G = heat transfer coefficient from air to wetted process, Btu/hr.ft².F

The function of the Reynolds number may be replace, at least as a first approximation, by a term $b(LG/\mu)^n$, where b and n are constants, so the Eq (1) becomes

$$((h_g/(C_p \cdot G))(C_p \mu^n/k) = b (LG/\mu) \quad (2)$$

In general, the experiment n will have a value of about -0.2, although a lower value than this has been reported for the case where only narrow passages were available for the flow of the drying medium around the sample. Very little data have been reported on drying where gas other than air have been used, and the term $(C_p \mu / k)^{2/3}$ is based on evidence from other case of heat transfer. For air over a range of air temperatures from 115°F to 300°F, where the variation in $C_p \mu / k$ is only from about 0.7 to 0.69 and the variation in C_p is small, Eq (2) may be written in the form

$$h_G = 0.0128 G^{0.8} \quad (3)$$

Eq (3) is recommended for determining the coefficient during the constant-rate period when air is the drying medium. In this case, the surface temperature (T_s) may be taken as the wet bulk temperature of the air.

Procedure

1. Turn on electric switch inside the cupboard.
 - Switch on fan
 - Switch on heating coil
 - Set temperature in dryer (model DD-8) at 50 C
 - Switch on the balance
 - Turn the speed of fan to NO.1
2. Prepare gauze covering with water to thermocouple inside dryer.
3. Arrange dry sand on each tray, with the height approximately 0.1 cm., then weight the dry sand.
4. Spray some water (approx. 100 g.) all over the dry sand.
5. Take the trays with the wet sand into the dryer.
6. Start recording the following values every 5 minutes.
 - weight of the trays with the wet sand
 - air temperature
 - Temp. 1 inlet air temp.
 - Temp.3 wet bulb temp.
 - Temp. 4 outlet air temp.

- air velocity
 - heating-coil temp.
7. When the equilibrium is established, stop the experiment.
 8. Repeat items number 3-6 and change the speed of fan (air velocity) to No.2 and No.3
 9. From the results obtained above, a drying curve of solid moisture content against time can be constructed.
 10. Plot Drying – Rate curve : moisture content vs. rate of drying/hr
 11. Plot Drying curve : Time vs. moisture content
 12. Determine the critical moisture content, equilibrium moisture content, drying rate and drying coefficient at constant rate period.

Experiment Data

Time (min)	Air Temperature			Weight of	
	Inlet	Outlet	Wet bulb	Tray + Sand + Water (g)	
0					
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85					
90					
95					
100					

Experiment Results

Material : Sand

Bed thickness:

Weight of tray :638 g.

Weight of dry sand :

Area of tray : 0.1875 m²

Air velocity :

Time (min)	Air Temperature			Weight of	Weight of	Moisture content	Rate
	Inlet	Outlet	Wet bulb	Tray + Sand + Water (g)	Water(g)		

BATCH TRAY DRYING
EXPERIMENT 5
EFFECT OF AIR TEMPERATURE

Objective

1. To determine drying rate phenomena.
2. To determine effect to air temperature on the drying rate.

Theory

It is generally accepted that during the constant rate period the surface of the grains of solid in contact with the air remain completely wetted. The rate of evaporation under any given set of air condition is independent of the solid and is essentially the same as the rate of evaporation from a free liquid surface under the same conditions.

As long as the surface is completely wetted, the process of drying is independent of mechanism by which moisture reaches the other mast layer, and the process reduces to the case of mass transfer from the surface of the solid to the air stream and heat transfer from the air to the solid, provided that radiation and conduction to the wetted surface are negligible. For steady-state operation under adiabatic conditions, the rates of heat and mass transfer are

$$q = h_G A (t_G - t_i) \quad (1)$$

$$N_a = k_G A (p_i - p_G) \quad (2)$$

where, q = rate of heat transfer, keal/hr

h_G = heat transfer coefficient from air to wetted surface, keal/hr.m², °C

A = area of wetted surface in contact with hot air, m²

t_G = bulk temperature of air, °C

t_i = temperature of wetted surface, °C

N_a = rate of evaporation from wetted surface into air, kmole/hr

k_G = mass transfer coefficient from wetted surface to air, kmole/ft² atm

p_i = partial pressure of water vapor in gas phase at interface, atm

p_G = partial pressure of water vapor in main body of gas, atm

From Eq. (1) and (2), the drying rate per unit area of wetted surface may be expressed as

$$d\mathcal{W}/Ad\theta = h (t_G - t_i) / \lambda = 18 k_G (p_i - p_G) \quad (3)$$

where $d\mathcal{W}/Ad\theta$ = drying rate per unit area, kg/hr.m²

h = total heat transfer coefficient include radiation etc, kcal/hr.m².°C

λ = latent heat of vaporization of water at temperature t_i , kcal/kg

Eq.(3) may be used to determine the drying rate. However, it has been found more reliable to calculate the drying rate by using the heat transfer equation, since an error in the determination of the interface temperature t_i affects the driving force $t_G - t_i$ much less than it affects the term $p_i - p_G$.

The effect of air temperature on the drying rate in the constant rate period may be calculated from Eq.(3). At the constant air velocity, h_G and k_G will be unaffected, so that the primary effect is on the driving force $t_G - t_i$ or $p_i - p_G$

Procedure

1. Turn on electric switch inside the cupboard.
Switch on fan
Switch on heating coil
Set temperature in dryer (model DD-8) at 40 C
Switch on the balance
Turn the speed of fan to NO.1
2. Prepare gauze covering with water to thermocouple inside dryer.
3. Arrange dry sand on each tray, with the height approximately 0.1 cm., then weight the dry sand.
4. Spray some water (approx. 100 g.) all over the dry sand.
5. Take the trays with the wet sand into the dryer.
6. Start recording the following values every 5 minutes.
 - weight of the trays with the wet sand
 - air temperature
 - Temp. 1 inlet air temp.
 - Temp.3 wet bulb temp.
 - Temp. 4 outlet air temp.
 - air velocity
 - heating-coil temp.
7. When the equilibrium is established, stop the experiment.
8. Repeat items number 3-6 and change set temperature to 50°C and 60°C
9. From the results obtained above, a drying curve of solid moisture content against time can be constructed.
10. Plot Drying – Rate curve : moisture content vs. rate of drying/hr
11. Plot Drying curve : Time vs. moisture content
12. Determine the critical moisture content, equilibrium moisture content, drying rate and drying coefficient at constant rate period.

Experiment Data

Time (min)	Air Temperature			Weight of	
	Inlet	Outlet	Wet bulb	Tray + Sand + Water (g)	
0					
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					
65					
70					
75					
80					
85					
90					
95					
100					

COOLING TOWER

Objectives

1. To study system and phenomena occurring in water cooling tower
2. To determine theoretical height and efficiency of cooling tower
3. To determine amount of hot water flow rate suitably used to produce desired outlet water temperature in each cases, and compare results from experiment with those from theories
4. To study factors that effect to pressure drop and compare results with theoretical calculations

Water Cooling Tower System

Water cooling tower, one type of humidification process, uses concept of heat and mass transfer to reduce hot water temperature from process to desired temperature. In this experiment, cooling tower system uses ambient air to decrease water temperature. Detail of cooling tower system is shown as following.

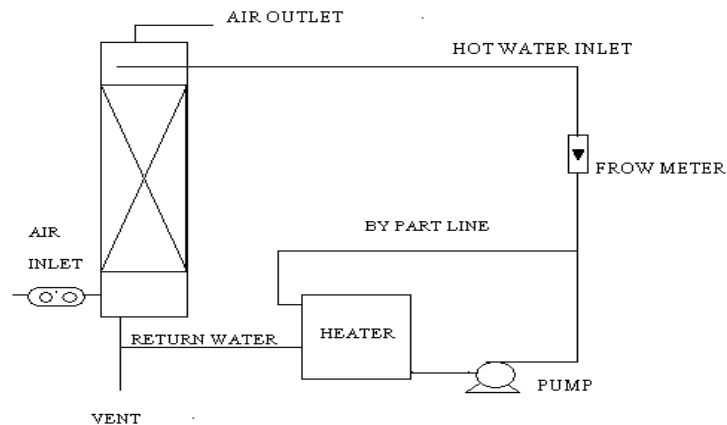


Figure 1 Water Cooling Tower System

Mass transfer occurring in the cooling tower is a result of moisture content difference between air and saturated air, the driving force. In an analysis of heat transfer, we can consider temperature difference as driving force. Moreover, we must be consider factors from vaporization of some part of water. Simultaneous heat and mass transfer makes cooling tower system complete. Nevertheless, we can consider

general equations used in design cooling tower from transport phenomena and experimental correlation as following.

Cooling Tower Height:

$$Z = \left(\frac{G}{k_H a} \right) \int_{H_1}^{H_2} \frac{dH}{H^* - H} \tag{1}$$

- where Z = total cooling tower height (m)
- G = air flow rate (kg/m²-hr)
- $k_H a$ = mass transfer coefficient pass trough gas film (kg/m²-hr-ΔH)
- H = enthalpy (kcal/kg dry air)

Mass transfer coefficient ($k_H a$) can be consider from equation 2

$$k_G a = k_H a = 1.08G(1 + H)L^{0.2} \tag{2}$$

- where H = moisture content at ambient temperature (kg/kg dry air)
- L = water flow rate (kg/m²-hr)

Moisture content (H) can be considered from figure 2 by determine wet and dry bulb temperature.

Relation in Cooling tower is shown in figure 3

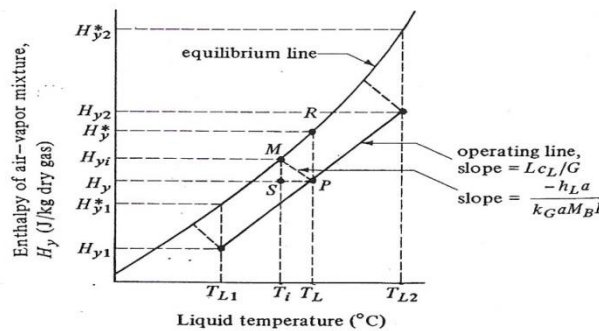


Figure 3 Relation in Cooling Water

One of difficulty in determination of cooling tower height is integral term in equation 1. However, we can find this term by following step.

1. Determine heat transfer coefficient pass through liquid film ($h_L a$) from equation 3

$$h_L a = 1.96G^{0.7} L^{0.5} \quad (3)$$

2. Plot point A in figure 3 by using outlet water temperature and inlet air enthalpy.
3. Draw operating line from point A with slope L/G . It will intersect with inlet water temperature line.
4. Determine operating line equation from equation 4

$$\frac{(H_2 - H_1)}{(T_2 - T)_1} = \frac{L}{G} \quad (4)$$

5. Determine tie-line equation from equation 5

$$\frac{(H^* - H)}{(T^* - T)} = -\frac{h_L a}{k_H a} \quad (5)$$

6. Determine $(H^* - H)$ in each temperature range
7. Plot curve between $(H^* - H)$ and H . Area under this curve is integral term.

In another method, we can combine all equation in one equation by using relation between H^* and T^* as following

$$H^* = 1.1446 + 0.6133T^* - 0.00713T^{*2} + 0.000398T^{*3} \quad (6)$$

Psychometric chart used in this experiment is shown in figure 4.

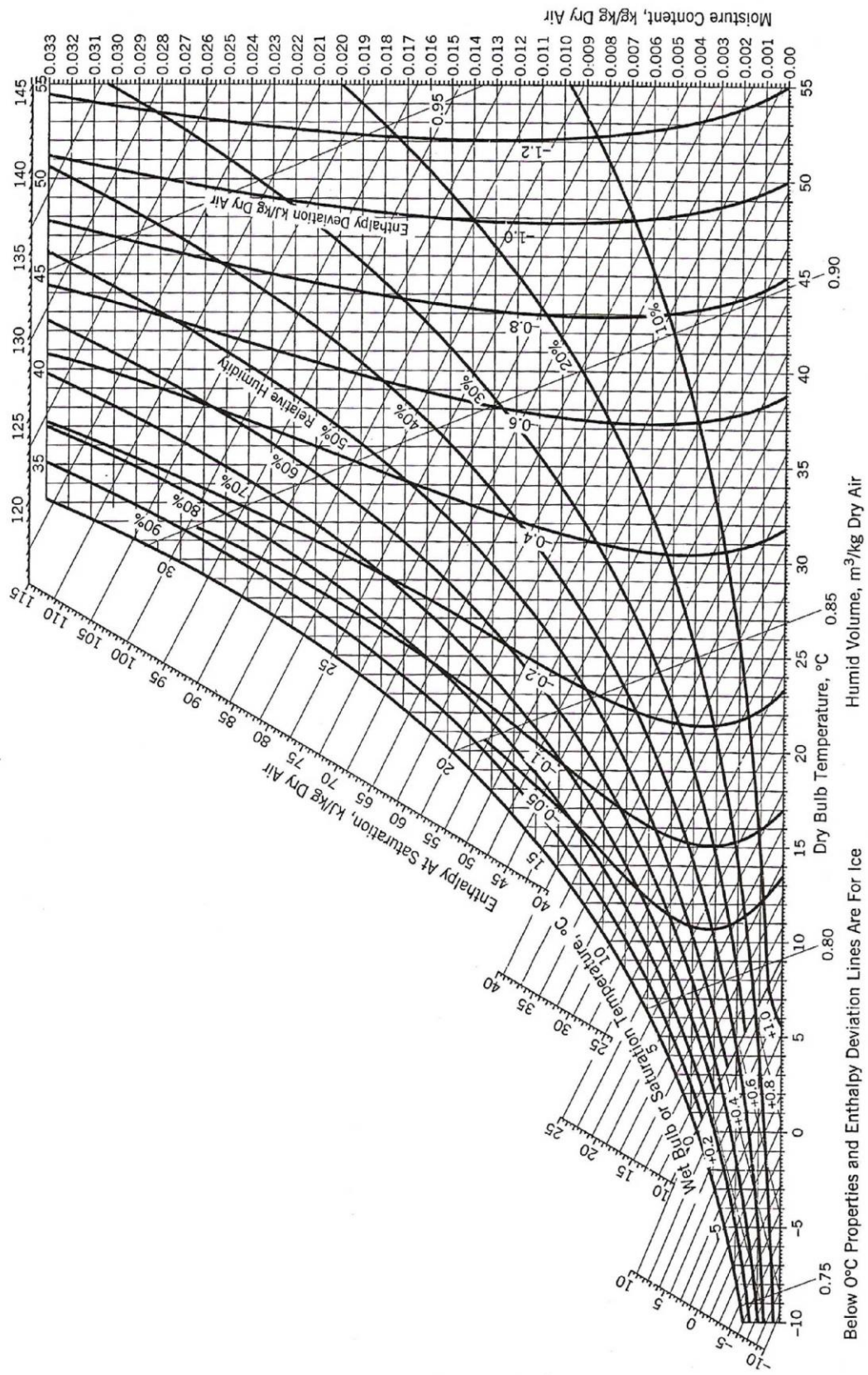


Figure 2 Psychrometric Chart (High Temperature)

Pressure Drop:

Pressure drop from packed column can determine by using figure 5. in this figure, we can determine pressure drop per unit height by determine G/ϕ and L

$$\phi = \sqrt{\frac{\rho_g}{1.2}} \quad (7)$$

where ρ_g = air density at ambient temperature

Total pressure drop can be found from $(\Delta P/Z)$ (Cooling tower height)

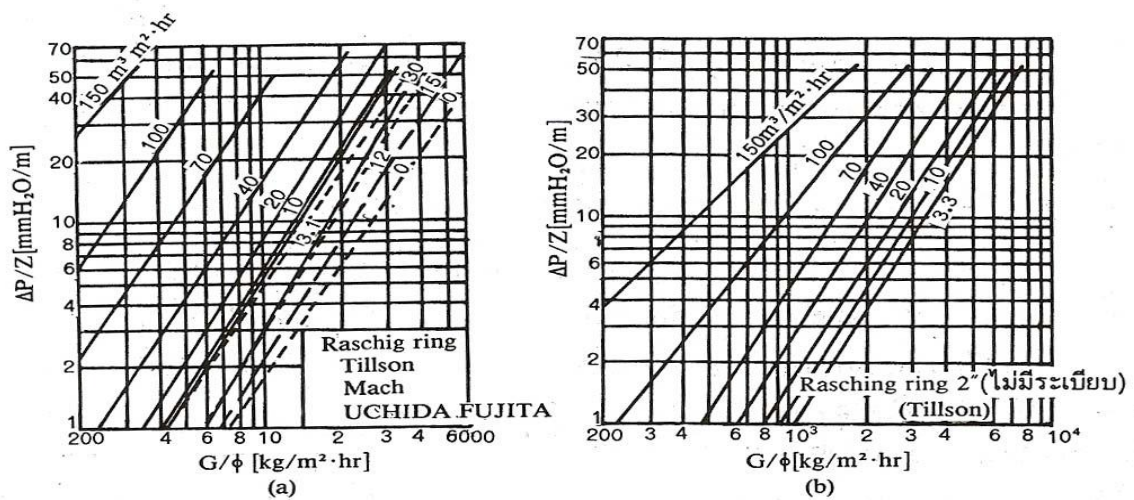


Figure 5 Pressure Drop Correlation in Packed Column

Apparatus

1. Cooling tower set
2. Wet and dry bulb temperature measurement
3. Pressure measurement
4. Digital type of temperature measurement
5. Heater tank
6. Blower pump
7. Air flow rate adjustment
8. Water flow rate measurement
9. Pump

Experimental Procedures

1. Take data wet and dry bulb temperature
2. Put water into the heater tank and then adjust it until has a same level with indicating ball in tank
3. Turn on heating system and set temperature at 45 C
4. Turn on pump switch with full capacity, turn on temperature measurement set by change to line 2. Observe that can get inlet water temperature as determine. If inlet water temperature can not reach determined temperature, try to adjust and wait for steady-state 5 min.
5. Determine air flow rate at 81.7 kg/h. Adjust water flow rate until outlet water temperature decrease to 38 C.
6. Wait for steady-state 3 min. Take data as following:
 - Inlet and outlet water temperature
 - Pressure drop
 - Water flow rate
7. Do step 5-6 again
8. Do step 5-7 with air flow rate 223.41 kg/h
9. Do step 4-8 with inlet water temperature 55 and 65 C respectively.
10. Shut down heating system and pump switch.

Questions

1. How does outlet water temperature relate to air and water flow rate?
2. What is the meaning of wet and dry bulb temperature?
3. At dry bulb temperature 32.5 C and wet bulb temperature 28.5 C, What is air flow rate should be used for reduce 600 kg/hr water temperature from 45 C to 38 C?
 - How many pressure drop happen in this case?

Reference

1. A. Karnchana and T. Thankamon, "Cooling Tower design", Chemical Engineering Project, Kasetsart University, 1997.
2. ศาสตราจารย์ ชีเกะฟุมิ ฟุจิตะ "คู่มืออุปกรณ์การผลิตในอุตสาหกรรมเคมี", กรุงเทพมหานคร, พ.ศ. 2533, หน้า 229-247, 277-288
3. Christie J. Geankoplis, "Transport Processes and Unit Operations", p.602-610, 3rd edition, Prentice Hall, 1993
4. David M. Himmelblau, "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering", p.480-494, 5th edition, Prentice Hall, 1992.
5. Warren L. McCabe, Julien C. Smith and Peter Harriott, "Unit Operation of Chemical Engineering", p.738-763, 5th edition, McGraw-Hill, 1993.
6. Robert H. Perry and Don Green, "Perry's Chemical Engineering Handbook", 6th edition, McGraw-Hill, 1984.

DATA SHEET

Number	Air flow rate	Water flow rate	T _{in}	T _{out}	Pressure drop
1	81.7		45	38	
2	81.7		45	38	
avg.					
3	223.41		45	38	
4	223.41		45	38	
avg.					

Wet bulb temperature = _____ Dry bulb temperature = _____

Number	Air flow rate	Water flow rate	T _{in}	T _{out}	Pressure drop
1	81.7		55	38	
2	81.7		55	38	
avg.					
3	223.41		55	38	
4	223.41		55	38	
avg.					

Wet bulb Temperature = _____ Dry bulb Temperature = _____

Number	Air flow rate	Water flow rate	T _{in}	T _{out}	Pressure drop
1	81.7		65	38	
2	81.7		65	38	
avg.					
3	223.41		65	38	
4	223.41		65	38	
avg.					

Wet bulb Temperature = _____ Dry bulb Temperature = _____

PROCESS CONTROL (Part II)

LEVEL CONTROL EXPERIMENT

Theory

Introduction to a Feedback Control System

Consider a tank system in Figure 1, a liquid enters the tank with a volumetric flow rate F_i . Let F be the volumetric flow rate of the stream leaving the tank. A process is said to be at steady state when none of the process variables changes with time. The system can be disturbed by some disturbance, for instance a change of flow rate F_i . The liquid level (h) can be maintained at a desired height, or a set point value (h_{sp}) by using a feedback control system, as illustrated in Figure 2.

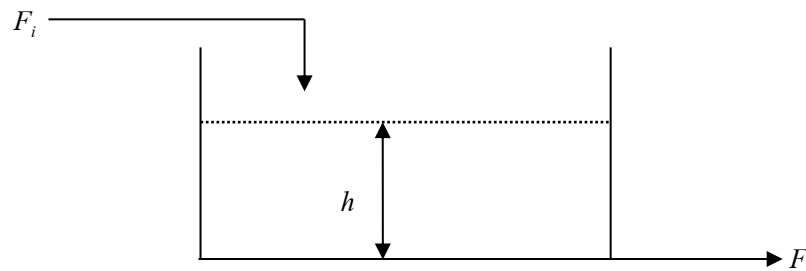


Figure 1 A flow of liquid enters and exits a tank, producing a liquid level of h .

In Figure 2, when F_i changes, a feedback control action starts with using an appropriate measuring sensor to measure a liquid level in the tank (h_m), which is then compared to the desired value of the output (h_{sp}). Let the deviation (or error) be $\mathcal{E} = h_{sp} - h_m$. Next, the value of \mathcal{E} is sent to a controller, which in turn changes the value of the manipulated variable c in such a way as to reduce the magnitude of \mathcal{E} . If $\mathcal{E} > 0$ or $h_m < h_{sp}$, the controller turns down the control valve to reduce the flow. On the contrary, the controller turns up the control valve to increase the flow when $\mathcal{E} < 0$ or $h_m > h_{sp}$.

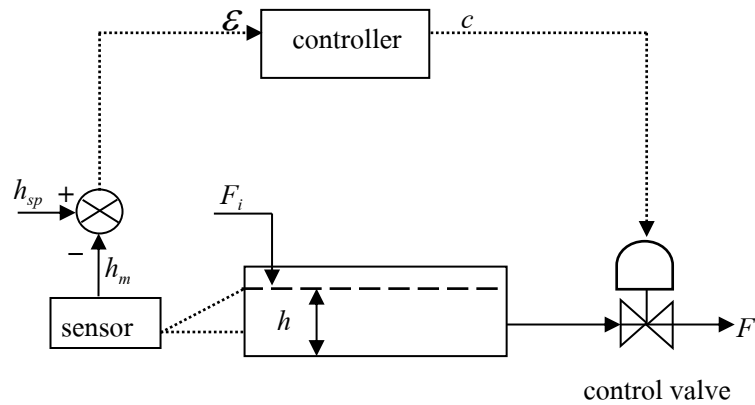


Figure 2 Feedback control of the liquid level in a tank.

Each of the elements in Figure 2 can be viewed as an operation with input and output as follows:

- **A sensor** A differential pressure transmitter measures the difference between two pressures and converts the pressure values into an electrical signal in the range of 4–20 mA DC. 4 mA represents the low end of the measurement range and 20 mA the high end.
- **A level controller** A distributor first converts the current signal transmitted from the sensor to a voltage (1–5 V DC) output signal. That is, the voltage will be 1 V DC at 4 mA of the loop current and 5 V DC at 20 mA of the loop current. The voltage signal is then sent to the controller, which will compare the input signal to the set point to produce the actuating signal $c(t)$. The output signal will be transmitted to the control valve in the form of current signal that is less susceptible to noise caused by external electrical devices than the voltage output.
- **A control valve (or final control element)** As the control valve in this experiment is a pneumatic valve, a current-to-pneumatic positioned receiving control signals from the controller will convert them to 3–15 psi pneumatic signals. It maintains a precise equality between the signal from the controller and the position of the final control element drive shaft, resisting external forces. The chosen pneumatic valve is an ‘air to close’ valve, requiring air pressure to move the valve spring towards the closed position. So the valve moves from fully open to fully closed as the air pressure changes from 3 to 15 psig.

Types of Feedback Controllers

Three common types of feedback controllers differ in the way they relate $\mathcal{E}(t)$ to $c(t)$.

- Proportional controller (P controller)**

The output signal is proportional to the error (the input to the controller: $\mathcal{E} = SV - PV$).

$$MV = K_c \mathcal{E} + b = [K_c(SV - PV) + b] \quad (1)$$

where MV, or c , is the time dependent manipulated variable. SV and PV are values of the set point (h_{sp}) and the process variable (h_m), respectively. b is the controller's bias signal (i.e., its actuating signal when $\mathcal{E} = 0$), and K_c is the proportional gain of the controller.

A proportional controller is described by the value of its proportional gain K_c or equivalently by its proportional band (PB), where $PB = 100/K_c$. PB characterizes the range over which the error must change in order to drive the actuating signal of the controller over its full range. Usually, PB is between 1 and 500. The larger the K_c (or equivalently, the smaller the PB), the higher the sensitivity of controller's actuating signal to the deviation \mathcal{E} will be.

b. Proportional-integral controller (PI controller)

Its actuating signal is related to the error by the equation

$$MV = K_c \mathcal{E} + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \mathcal{E} dt + b \quad (2)$$

where τ_I is the integral time constant, usually varying in the range of 0.1–50 min.

c. Proportional-Integral Derivative controller (PID controller)

The output of this controller is expressed by

$$MV = K_c \mathcal{E} + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \mathcal{E} dt + K_c \tau_D \frac{d\mathcal{E}}{dt} + b \quad (3)$$

where τ_D is the derivative time constant.

Generally, the study of level control system (in Figure 2) always starts at steady state ($F_i = F$ or constant h). Then the system is disturbed by the change of F_i or F (load change) or h_{sp} (set point change). After the disturbance, the system is unsteady and the control system will alleviate the impact of the disturbance and maintain h at the set point value.

In this experiment, there basic types of feedback controllers will be studied (if time is available): P, PI, and PID controllers.

PROCESS CONTROL (Part II)

EXPERIMENT 1

LIQUID LEVEL CONTROL WITH P-CONTROL MODE

Objectives

To study the effect of proportional band in the P controller.

Procedure

1. Switch on power supply of the control instruments, water pump, and pneumatic pump.
2. Set the controller to 'Manual mode', the control valve to 50% (MV), and the water level at 50%, the flow rate of water (F_i) about 525 L/hr. Wait until the level is constant and record the flow rate (F_i) and the initial level height (PV value or h_m).
3. Select 'P controller mode', by setting PB = 5%, τ_I to the largest possible number, and $\tau_D = 0$.
4. Assign the disturbance to the system by setting SV (h_{sp}) = 70%.
5. Start the automatic control by pressing 'Auto' on the controller.
6. Record PV and MV values at various time intervals (approx. 20–60 sec) until the level no longer changes.
7. Repeat the steps 2 to 6 with different PB values (e.g., 10, 20, 30, 50, and 100%)

PROCESS CONTROL (Part II)

EXPERIMENT 2

LIQUID LEVEL CONTROL WITH P-CONTROL MODE

Objectives

To study the effect of τ_I in PI controller and τ_D in PID controller on the level control.

Procedure

1. Switch on power supply of the control instruments, water pump, and pneumatic pump.
2. Set the controller to 'Manual mode', the control valve to 50% (MV), and the water level at 50%, the flow rate of water (F_i) about 525 L/hr. Wait until the level is constant and record the flow rate (F_i) and the initial level height (PV value or h_m).
3. Select 'PI controller mode', by setting $\tau_I = 3$ and $\tau_D = 0$ (use the optimal PB value from Experiment 1).
4. Give the disturbance to the system by setting SV (h_{sp}) = 70%.
5. Start the automatic control by pressing 'Auto' on the controller.
6. Record time, PV and MV values at various time intervals (approx. 20–60 sec) until the level no longer changes.
7. Repeat the step 2–6, with at least three more τ_I values.
8. Repeat the steps 2–6, with the at least three more τ_D values (use the optimal τ_I from step 7).

Analysis

1. Plot graphs between the water level and time for every change.
2. Discuss effects of control parameters on the variation of the water level as a function of time: PB in P controller, τ_I in PI controller, and τ_D in PID controller.
3. Compare the results obtained from P, PI, and PID controllers.

DISTILLATION: DCS

Objectives

1. To study the temperature control and flow control of the distillation column.
2. To compare the local-control panel with the distributed control system (DCS).
3. To study the control mode operations: feedback and cascade

Distillation column unit

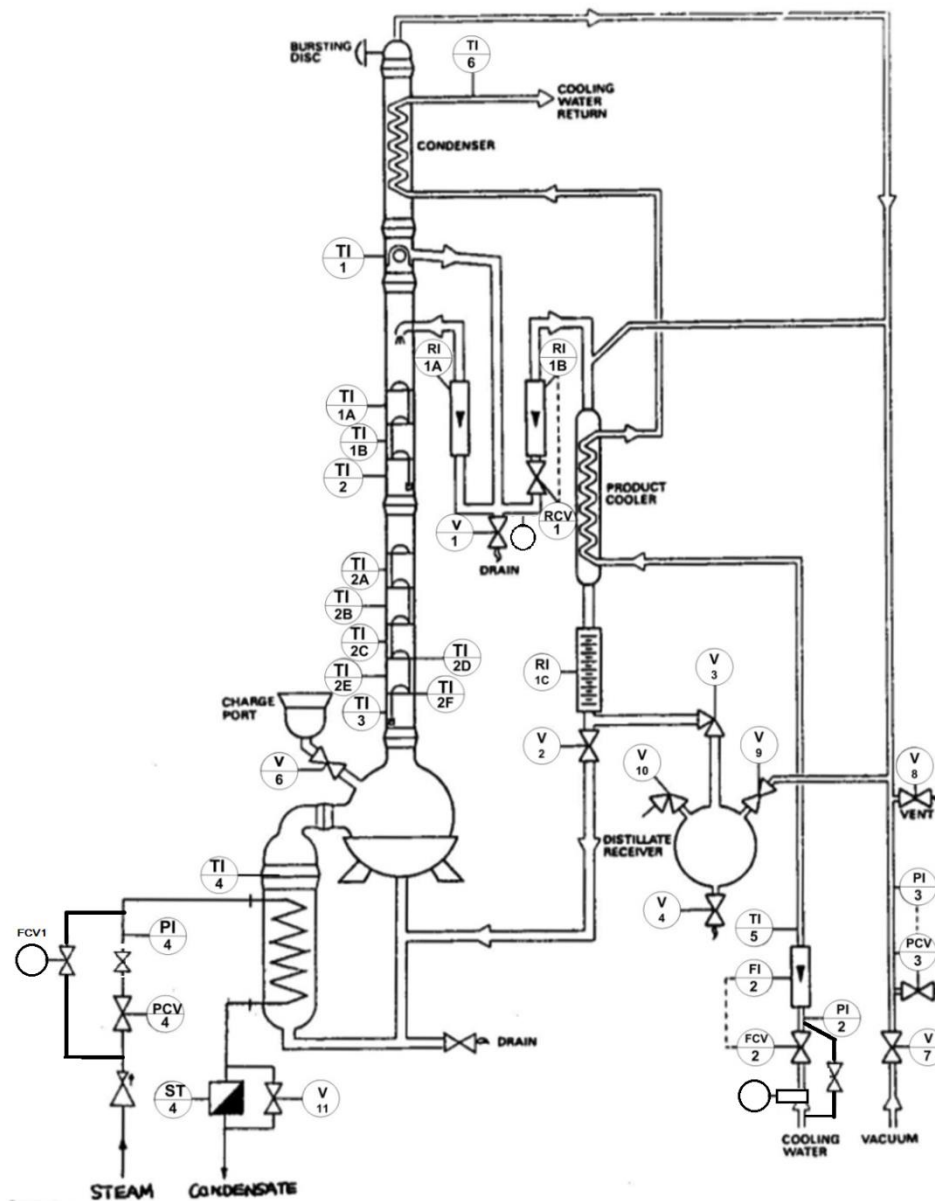


Figure 1 Schematic diagram of binary distillation column unit of ethanol-water system

Experimental procedure:

1. Initialize the DCS control station

- Power on the main breakers of local-control panel, Data Acquisition (DAQ) terminal unit and DCS control station.
- In DCS, open LabVIEW control interface.
- Select the proper column type and control loop that you would like to do the experiment (see Appendix 1), which four options are provided:
 - Bubble cap column, feedback
 - Bubble cap column, cascade
 - Packed column, feedback
 - Packed column, cascade
- Make sure that the process temperatures can read from interface.
- Check the selected distillation column system to be ready for operation (all valves are in the correct position).

2. Test the function of control valves

- Pressurize the air instrument line by opening the air pressure regulator to be 2 barg.
- Check the main valve of stream line in close position.
- Check a function of control valves by setting a stream valve (FCV1), a cooling valve (FCV2) and a product valve (RCV1) valve to manual mode (**M**) and then changing the % output from 0%-100% and vice versa.
- Observe action of valves. If the valves are malfunction, inform the lab technician immediately.

3. In-service utility system

- Make sure that all control valves set to close position.
- Check with the lab technician to make sure that the boiler is in operation.
- Open a by-pass stream trap valve for draining a stream condensate.
- Turn on the CW line and stream line.

4. Start-up a distillation column

- Fill up 20% v/v ethanol mixture to the bottom vessel of the distillation column until the marked point (≈ 21 liters).
- Set to the column in total reflux (RCV1 position= 0%).
- Take a sample of the ethanol mixture in bottom vessel and measure the concentration by using a refractometer and calibration curve in Appendix 2.

- Set the cooling water valve (FCV2) to **M** and then open it for 65% manually. Notice how PV (process variable), and SP (set-point variable) change. Record the cooling water flow rate.
- Heat up the distillation column by opening gradually the steam valve FCV1 (M) and observe the reboiler temperature (TT-4) and 1st tray temperature (TT-3).
- Wait until the condensate is over, put into service the stream trap and close the by-pass valve.
- Column now starts to have thermosyphon effect at the reboiler.
- When the column becomes in the equilibrium, put TIC1 and TIC2 in the auto (**A**) mode at proper temperature setpoints. Notice how PV and SP change.
- Record data and make discussion.
- In model tap, record temperature (TT-1) and vapor mole fraction (y_1) of tray1.
- Take a sample of a distillate product. Find product composition using a refractometer and calibration curve. Compare the result with recorded y_1 .
- Redo the experiment to the cascade mode (**C**). Set TIC1 and TIC2 to manual mode first before switching the interface.
- Compare the results with feedback mode.

Servo test (Setpoint Change)

- Under feedback mode. Set TIC01 to **A**.
- Change the setpoint of TIC01 by $-4C$ and see the column dynamics. Record data of TT-3. Discuss the results.
- Back to the original setpoint. Make change for Kc value.
- Change the setpoint of TIC01 by $-4C$ again and see how the TT-3 response compared with that of previous Kc value.

Regulatory test (Disturbance rejection)

- Under the stable condition of column and TIC02 at A mode, record data of TT-1.
- Reduce the manual valve of cooling water line. Observe change in TIC02 and the column dynamics. Record data of TT-1. Discuss the results.
- Fully open the manual valve of cooling water line again. Wait for a stable condition of the column.
- Make change for Kc value.
- Reduce the manual valve of cooling water line same as previous position. Observe change in TIC02 and the column dynamics. Record data of TT-1. Discuss the results compared with that of previous Kc value.

Shutdown system

- To stop the distillation column, put the steam valve FCV1 to **M** and close it.
- Set FCV2 to **M** and then open it for 65% manually
- Wait until the system cools down then shut down the whole system

Questions

Compare the pros and cons of the panel control and DCS control.

Draw a block diagram of distillation control under feedback and cascade mode.

Plot responses of TT-3, steam flow rate, setpoint vs. time under feedback mode and cascade mode in a same figure. Discuss and compare the results..

Plot responses of TT-3, steam flow rate, setpoint vs. time under the servo test for both K_c value. Discuss the results.

Plot responses of TT-1, cooling flow rate, setpoint vs. time under the regulatory test for both K_c value.

Discuss the results.

Appendix 1. Control configurations in DCS control station

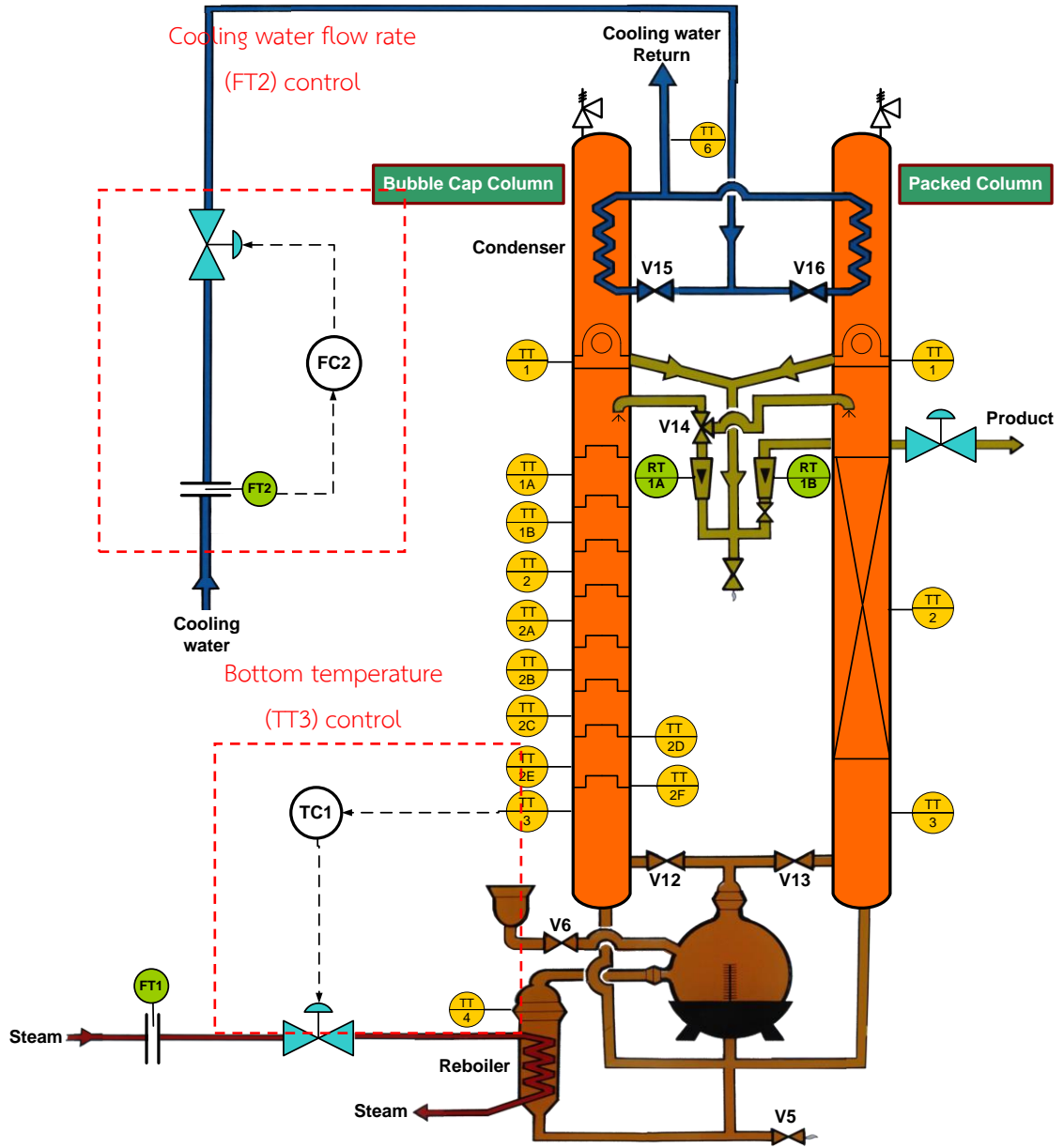


Figure A1.1 Feedback temperature control loops at top and bottom of the distillation unit

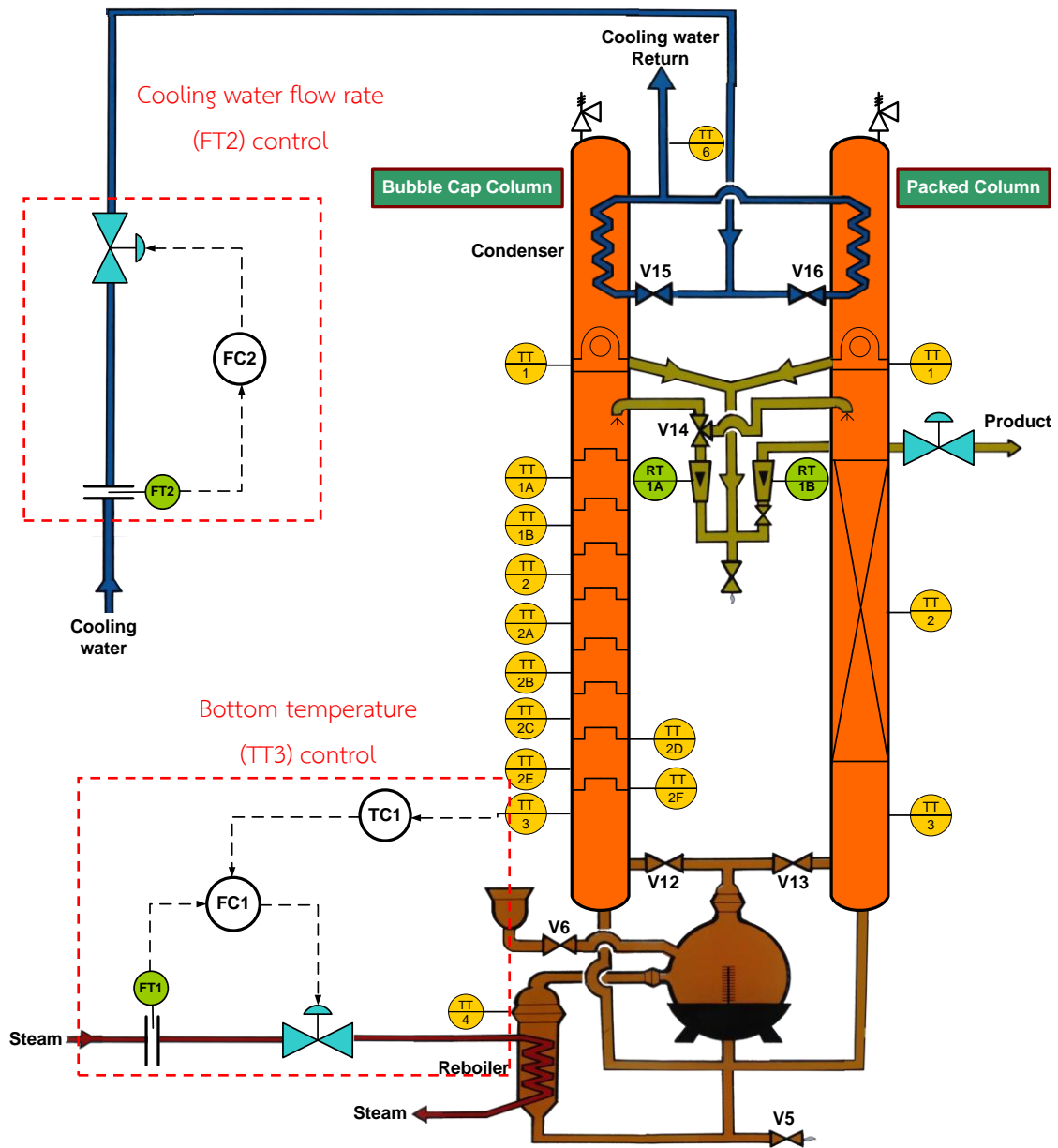


Figure A1.2 Cascade temperature control loops at top and bottom of the distillation unit

Appendix 2. Calibration table of refractive index, mole fraction of ethanol in mixture and % ethanol concentration.

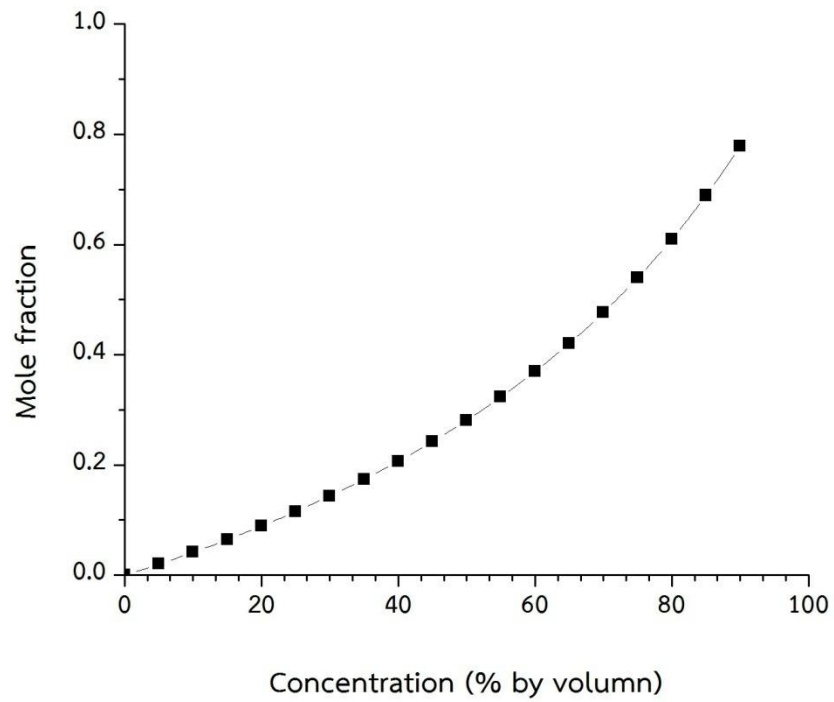


Figure A2.1 Relation between mole fraction and concentration (% volume) of ethanol

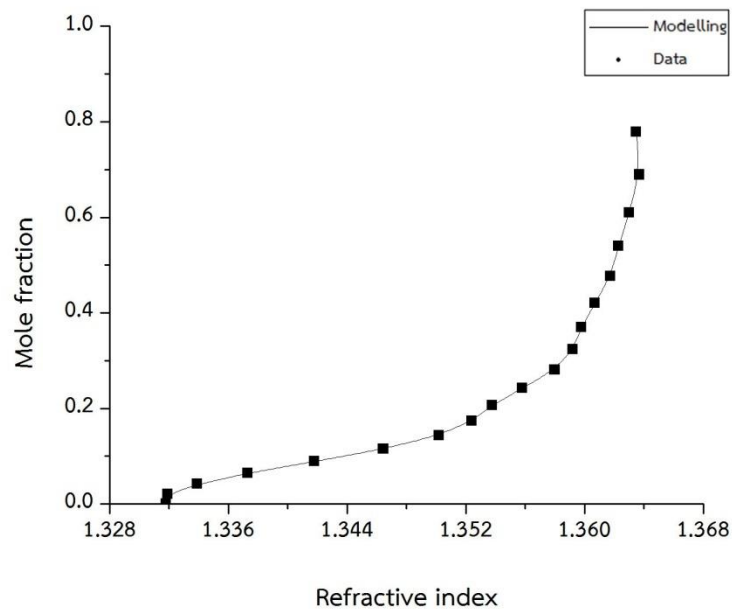


Figure A2.2 Relation between Refractive index and mole fraction of ethanol at room condition

Appendix 3. Additional data

Table A3.1 Ethanol-water VLE data at 1 atm (in mole fraction of Ethanol) under UNIQUAC thermodynamic model

T(C)	X _{EiOH}	Y _{EiOH}	T(C)	X _{EiOH}	Y _{EiOH}	T(C)	X _{EiOH}	Y _{EiOH}
100.02	0.000	0.000	81.06	0.601	0.350	78.64	0.755	0.700
93.98	0.216	0.025	80.83	0.610	0.375	78.53	0.770	0.725
90.37	0.328	0.050	80.61	0.619	0.400	78.44	0.786	0.750
88.02	0.397	0.075	80.40	0.628	0.425	78.36	0.802	0.775
86.39	0.443	0.100	80.19	0.637	0.450	78.29	0.820	0.800
85.20	0.476	0.125	80.00	0.647	0.475	78.24	0.838	0.825
84.31	0.501	0.150	79.82	0.657	0.500	78.20	0.858	0.850
83.62	0.520	0.175	79.64	0.668	0.525	78.17	0.878	0.875
83.07	0.536	0.200	79.47	0.678	0.550	78.16	0.900	0.900
82.61	0.549	0.225	79.31	0.690	0.575	78.17	0.923	0.925
82.22	0.561	0.250	79.16	0.702	0.600	78.20	0.947	0.950
81.88	0.572	0.275	79.01	0.714	0.625	78.24	0.973	0.975

Table A3.2 Data of relation between refractive index, mole fraction and concentration of ethanol mixture

Index	X _{EiOH} (mol/mol)	[C] _{EiOH} (% v/v)	Index	X _{EiOH} (mol/mol)	[C] _{EiOH} (% v/v)	Index	X _{EiOH} (mol/mol)	[C] _{EiOH} (% v/v)
1.3318	0.00	0	1.3502	0.14	30	1.3598	0.37	60
1.3319	0.02	5	1.3524	0.17	35	1.3607	0.42	65
1.3339	0.04	10	1.3538	0.21	40	1.3618	0.48	70
1.3373	0.06	15	1.3558	0.24	45	1.3623	0.54	75
1.3418	0.09	20	1.3580	0.28	50	1.3630	0.61	80
1.3464	0.12	25	1.3592	0.32	55	1.3637	0.69	85

Table A3.5 Operating conditions of bubble cap distillation column

Parameters	range	Normal condition
Bottom temperature TT3 (C)		85
Reboiler temperature TT4 (C)		98.5
Top temperature TT1 (C)		84.3
Steam flow rate (l/min)	0-4.5	1.45
% steam valve open		75%
Cooling water flow rate (l/min)	0-14	3.5
% cooling valve open		80
Reflux flow rate (l/min)	0-0.078	0.078
Product rate (l/min)	0-0.19	0
Feed concentration (% v/v)		20
Product concentration (% v/v)		76.5
Number of theoretical trays		2
Number of actual trays		8
Volume of bottom vessel (liter)	0-20	13

Appendix 4. Signal communication and control loops of distillation column

