

คำรับรองตนเอง (Self Declaration) ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำหรับการขอรับรองปริญญา ประกาศนียบัตร
หรือวุฒิปัตร์ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม

สาขาวิศวกรรมเคมี

สำหรับผู้เข้าศึกษาปีการศึกษา 2563-2567

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ)

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 กรกฎาคม 2564

สารบัญ

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	11
8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร	11
9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล	11
10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร	11
ส่วนที่ 2 นิสิต/นักศึกษา	13
1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา	13
2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี	13
3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์	13
4. มาตรฐานผลการเรียนรู้	29
ส่วนที่ 3 คณาจารย์	34
1. ประธานหลักสูตร	34
2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร	34
3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา	35
4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ	39
5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา	40
6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี	41
ส่วนที่ 4 รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้	43
1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภามหาวิทยาลัยกำหนด (Curriculum Mapping)43	
2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้	50
ส่วนที่ 5 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา	59
1. ห้องปฏิบัติการ	59

2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ	75
3. การประกันคุณภาพการศึกษา	80
ส่วนที่ 6 ภาคผนวก	87
ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร	85
ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2) ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่าน การอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา	89
ภาคผนวก 3 แผนการสอน (มคอ.3)	222
ภาคผนวก 4 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน	360

คำรับรองตนเอง (Self Declaration)

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ)

ชื่อสถาบันการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา	วิทยาเขตหลัก คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
สาขาวิศวกรรมที่รับรองปริญญา	วิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ)
ปีการศึกษาที่รับรองปริญญา	2563-2567

ส่วนที่ 1 หลักสูตร

1. ชื่อหลักสูตร

ชื่อภาษาไทย : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ)

ชื่อภาษาอังกฤษ : Bachelor of Engineering Program in Chemical Engineering

(International Program)

2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ชื่อเต็มภาษาไทย : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี)

ชื่อย่อภาษาไทย : Bachelor of Engineering (Chemical Engineering)

ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ : วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี)

ชื่อย่อภาษาอังกฤษ : B.Eng. (Chemical Engineering)

3. วิชาเอก/แขนงวิชา

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาไทย : -

วิชาเอก/แขนงวิชาภาษาอังกฤษ : -

4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.1 ปรัชญาของหลักสูตร

To produce graduates who have the knowledge and ability in chemical engineering. The graduates must be able to analyze, design, develop, and apply the integrate chemical engineering theories and the practical experience in problem solving. The program lets the learner learn from the project-based training. This course will apply the concept of 21st century learning to instill in students to have creativity, ability to think critically, communication skills and skills to work with

others, the idea of innovation and eagerness to learn. The graduates will have an awareness of economic and social issues which can integrate multiple technologies.

4.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

Produce graduates who can become integral part for the development of the country with ethical attitude.

- 1) Graduates attain rewarding professional careers in industry or government as practicing chemical engineers in related fields (chemicals, polymers/advanced materials, biotechnology, oil and gas, pharmaceuticals, food processing, energy, microelectronics, or environmental engineering).
- 2) Graduates attain advanced studies in disciplines such as Chemical Engineering, Environmental Engineering, Medicine, Law, or Business.
- 3) Graduates assume positions of leadership
- 4) Graduates are committed to lifelong learning throughout their careers.

5. ระบบการจัดการศึกษา

5.1 ระบบ

ใช้ระบบการศึกษาแบบทวิภาค โดยใน 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ ซึ่ง 1 ภาคการศึกษาปกติมีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์

5.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

การศึกษาภาคฤดูร้อน ให้กำหนดระยะเวลาโดยสัดส่วนเทียบเคียงได้กับภาคการศึกษาปกติ

5.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

6. แผนการศึกษา

แผนการศึกษาที่ 1 : แผนการศึกษาทำโครงการวิศวกรรม (ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6)

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006710	Introduction to Calculus	3(3-0-6)
01006727	General chemistry	3(3-0-6)
01006728	General chemistry laboratory	1(0-3-2)
01006723	General physics 1	3(3-0-6)
01006724	General physics laboratory 1	1(0-3-2)
01006803	Engineering mechanics	3(3-0-6)
01006802	Engineering drawing	3(2-2-5)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
01006500	(ESL) Academic listening and speaking **AUDIT**	4(4-0-8)
TOTAL		20

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006711	Advanced calculus	3(3-0-6)
01006725	General physics 2	3(3-0-6)
01006726	General physics laboratory 2	1(0-3-2)
01006801	Introduction to engineering programming	3(2-2-5)
01006804	Engineering materials	3(3-0-6)
01366221	Introduction to chemical engineering	3(3-0-6)
01366111	Chemistry for chemical engineering	3(3-0-6)
01366112	Chemistry laboratory for chemical engineering	1(0-3-2)
01006500	(ESL) Academic reading and writing **AUDIT**	4(4-0-8)
TOTAL		20

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006717	Differential equations	3(3-0-6)

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366121	Applications of numerical methods	3(3-0-6)
01366222	Principle calculation in chemical engineering	3(3-0-6)
01366223	Thermodynamics	3(3-0-6)
01366321	Fluid mechanics	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366122	Introduction to probability and statistics	3(3-0-6)
01366322	Heat transfer	3(3-0-6)
01366323	Mass transfer	3(3-0-6)
01366224	Chemical engineering thermodynamics	3(3-0-6)
01366421	Chemical process instrumentation	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366432	Mechanical & Thermal Separations	3(3-0-6)
01366434	Thermodynamic Separation	3(3-0-6)
01366431	Chemical engineering kinetics and Reactor Design	3(3-0-6)
01366433	Chemical Engineering Laboratory 1	1(0-3-2)
01366534	Plant Visit	1(0-3-2)
01366631	Process safety and waste management	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		20

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366632	Engineering economics	3(3-0-6)
01366531	Chemical engineering processes	3(3-0-6)
01366532	Chemical process simulation	3(3-0-6)
01366533	Process dynamics and control	3(3-0-6)
01366535	Bioprocessing	3(3-0-6)
01366435	Chemical engineering laboratory 2	1(0-3-2)
013668xx	Chemical engineering elective	3(3-0-6)
TOTAL		19

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 3

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006805	Industrial internship	0(0-45-0)
TOTAL		0

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366541	Chemical engineering project 1	3(0-9-0)
01366542	Chemical engineering project 2	3(0-9-0)
TOTAL		6

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366741	Capstone project for chemical engineering plant design	3(3-0-6)
01366742	Capstone project for industrial problem solving	3(3-0-6)
xxxxxxx	Free elective	3(3-0-6)
xxxxxxx	Free elective	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

แผนการศึกษาที่ 2 : แผนการศึกษาสหกิจศึกษาหรือการปฏิบัติการฝึกงานต่างประเทศ
(ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6)

การศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006710	Introduction to Calculus	3(3-0-6)
01006727	General chemistry	3(3-0-6)
01006728	General chemistry laboratory	1(0-3-2)
01006723	General physics 1	3(3-0-6)
01006724	General physics laboratory 1	1(0-3-2)
01006803	Engineering mechanics	3(3-0-6)
01006802	Engineering drawing	3(2-2-5)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
01006500	(ESL) Academic listening and speaking **AUDIT**	4(4-0-8)
TOTAL		20

ปีการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006711	Advanced calculus	3(3-0-6)
01006725	General physics 2	3(3-0-6)
01006726	General physics laboratory 2	1(0-3-2)
01006801	Introduction to engineering programming	3(2-2-5)
01006804	Engineering materials	3(3-0-6)
01366221	Introduction to chemical engineering	3(3-0-6)
01366111	Chemistry for chemical engineering	3(3-0-6)

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366112	Chemistry laboratory for chemical engineering	1(0-3-2)
01006500	(ESL) Academic reading and writing **AUDIT**	4(4-0-8)
TOTAL		20

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006717	Differential equations	3(3-0-6)
01366121	Applications of numerical methods	3(3-0-6)
01366222	Principle calculation in chemical engineering	3(3-0-6)
01366223	Thermodynamics	3(3-0-6)
01366321	Fluid mechanics	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

ปีการศึกษาที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366122	Introduction to probability and statistics	3(3-0-6)
01366322	Heat transfer	3(3-0-6)
01366323	Mass transfer	3(3-0-6)
01366224	Chemical engineering thermodynamics	3(3-0-6)
01366421	Chemical process instrumentation	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366432	Mechanical & Thermal Separations	3(3-0-6)
01366434	Thermodynamic Separation	3(3-0-6)
01366431	Chemical engineering kinetics and Reactor Design	3(3-0-6)

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366433	Chemical Engineering Laboratory 1	1(0-3-2)
01366534	Plant Visit	1(0-3-2)
01366631	Process safety and waste management	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		20

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366632	Engineering economics	3(3-0-6)
01366531	Chemical engineering processes	3(3-0-6)
01366532	Chemical process simulation	3(3-0-6)
01366533	Process dynamics and control	3(3-0-6)
01366535	Bioprocessing	3(3-0-6)
01366435	Chemical engineering laboratory 2	1(0-3-2)
013668xx	Chemical engineering elective	3(3-0-6)
TOTAL		19

ปีการศึกษาที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 3

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006805	Industrial internship	0(0-45-0)
TOTAL		0

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006301	Cooperative education	6(0-45-0)
Or 01006302	Study aboard	6(6-0-12)
TOTAL		6

หมายเหตุ นักศึกษาที่เลือกเรียนการศึกษาต่างประเทศ สามารถดำเนินการเทียบโอนหน่วยกิตจากสถาบัน ที่ศึกษาในต่างประเทศได้ตามประกาศของสถาบันฯ ไม่เกิน 6 หน่วยกิต

ปีการศึกษาที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366741	Capstone project for chemical engineering plant design	3(3-0-6)
01366742	Capstone project for industrial problem solving	3(3-0-6)
xxxxxxx	Free elective	3(3-0-6)
xxxxxxx	Free elective	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

7. การเทียบโอน/ยกเว้นรายวิชา

เป็นไปตามข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2559

8. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2563) เริ่มใช้ตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ได้รับอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรจากสภาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการประชุมครั้งที่ 7/2563 เมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

9. ชื่อผู้รับรอง/อนุมัติข้อมูล

ตารางแสดงรายชื่อผู้รับรอง/อนุมัติ

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่งบริหาร	(วาระการดำรงตำแหน่ง พ.ศ 2563 - พ.ศ 2567)
รศ.ดร. อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ	รักษาราชการแทนอธิการบดี	พ.ศ 2564 - ปัจจุบัน

10. ชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานหลักสูตร

ระบุรายละเอียดของผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงานเกี่ยวกับการดูแล/รับผิดชอบหลักสูตร โดยมีข้อมูลการติดต่อ เช่น ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง โทรศัพท์ และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) (ตั้งตัวอย่างแนบท้าย)

ตารางแสดงรายชื่อผู้รับผิดชอบ/ผู้ประสานงาน

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	โทรศัพท์	E-mail
1	ผศ.ดร.ธัชรัตน์ สมนามุญญ์	ประธานหลักสูตร	085-912-9669	Thachanan.sa@kmitl.ac.th
2	นางพิมใจ ภูชนะกิจ	เจ้าหน้าที่	089-795-1609	Pimjai.ph@kmitl.ac.th

ส่วนที่ 2 นิสิต/นักศึกษา

1. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า หรือเทียบโอนมาจากสถาบันการศึกษาแห่งอื่น เป็นผู้ผ่านการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาตามเกณฑ์ของ สกอ. หรือเป็นผู้ผ่านการคัดเลือก(รับตรง) ตามข้อบังคับ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2559 (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวก ก)

2. แผนการรับนักศึกษาในระยะ 5 ปี

ตารางแสดงจำนวนนักศึกษา

ตารางที่ 1: ผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ม.6

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา				
	2563	2564	2565	2566	2567
ชั้นปีที่ 1	40	40	40	40	40
ชั้นปีที่ 2	14	40	40	40	40
ชั้นปีที่ 3	19	14	40	40	40
ชั้นปีที่ 4	4	19	14	40	40
รวม	77	113	134	160	160

3. คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์

3.1 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างรายวิชาของหลักสูตรกับคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามข้อตกลง Washington Accord

ตารางเปรียบเทียบลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord และ ABET ที่หลักสูตรใช้

ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้
1.ความรู้ด้านวิศวกรรม (Engineering Knowledge) - สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางวิศวกรรม และความรู้ เฉพาะทาง วิศวกรรม เพื่อการแก้ไขและหาคำตอบ ของปัญหาทาง วิศวกรรมที่ซับซ้อน	(a)an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering สามารถประยุกต์ความรู้ทางด้าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และความรู้ เฉพาะทางวิศวกรรม เพื่อกำหนดกรอบความคิดของแบบจำลองทางวิศวกรรม หรือ นิยามและประยุกต์วิธีการกระบวนการ กระบวนการ หรือ ระบบงานทางวิศวกรรมในการทำงานได้
2.การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) - สามารถระบุ ตั้งสมการ วิจัย สืบค้น และวิเคราะห์ ปัญหา ทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน เพื่อให้ได้ข้อสรุป ของปัญหาที่มี	(b)an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data

ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้
<p>นัยสำคัญ โดยใช้ หลักการทาง คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ และ วิทยาการทางวิศวกรรมศาสตร์</p>	<p>สามารถระบุปัญหา ตั้งสมการ ความสัมพันธ์ สืบค้นทางเอกสาร และแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน จนได้ข้อสรุปเบื้องต้น โดยใช้หลักการและเครื่องมือวิเคราะห์ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง</p>
<p>3.การออกแบบ/พัฒนาหาคำตอบของปัญหา (Design/Development of Solutions)</p> <p>- สามารถพัฒนาหาคำตอบของปัญหาทาง วิศวกรรมที่ซับซ้อน และออกแบบระบบ ชิ้นงาน หรือกระบวนการ ตามความจำเป็นและเหมาะสม กับข้อพิจารณาทางด้านสาธารณสุข ความปลอดภัย วัฒนธรรม สังคม และสิ่งแวดล้อม</p>	<p>(c)an ability to design an innovative system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability สามารถหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน และออกแบบระบบงานหรือกระบวนการทางวิศวกรรมตามความต้องการและข้อกำหนด โดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านสังคม ความปลอดภัย การอนามัย และสิ่งแวดล้อมหรือมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ</p>
<p>4.การสืบค้น (Investigation)</p> <p>- สามารถดำเนินการสืบค้นเพื่อหาคำตอบของ ปัญหาทาง วิศวกรรมที่ซับซ้อน โดยใช้ความรู้จากงานวิจัยและวิธีการวิจัย รวมถึง การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ และการแปลความหมายของข้อมูล การสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลสรุปที่ เชื่อถือได้</p>	<p>(h)the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context สามารถตรวจสอบ วินิจฉัย ประเมินผลงานและปัญหาทาง วิศวกรรมที่ซับซ้อนซึ่งครอบคลุมถึง การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ การแปลความหมายข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูลข่าวสารเพื่อให้ได้ผลสรุป ที่ถูกต้องตามหลักเหตุผล</p>
<p>5.การใช้เครื่องมือทันสมัย (Modern Tool Usage)</p> <p>- สามารถสร้าง เลือกใช้ เทคนิควิธี ทรัพยากร และ ใช้เครื่องมือทันสมัยทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี สารสนเทศ รวมถึงการพยากรณ์ การทำแบบจำลองของงานทางวิศวกรรม ที่ซับซ้อนที่ เข้าใจถึงข้อจำกัดของเครื่องมือต่างๆ</p>	<p>(j)a knowledge of contemporary issues, and (k)an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice. สามารถสร้าง เลือก และประยุกต์ใช้เทคนิควิธี ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรม และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม และทันสมัย โดยคำนึงถึง ข้อกำหนดและข้อจำกัดของเครื่องมือและอุปกรณ์นั้น</p>
<p>6.วิศวกรและสังคม (The Engineer and Society)</p> <p>- สามารถใช้เหตุและผลจากหลักการและความรู้ที่ได้รับ มา ประเมินประเด็นและผลกระทบต่างๆ ทางสังคม ชีวอนามัย</p>	<p>(c)an ability to design an innovative system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic,</p>

ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้
<p>ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม</p>	<p>environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability, and (h)the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context มีความเข้าใจและความรับผิดชอบ ต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน</p>
<p>7.สิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน (Environment and Sustainability) - สามารถเข้าใจผลกระทบของคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมในบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถแสดงความรู้และความจำเป็นของการพัฒนาที่ยั่งยืน</p>	<p>(c)an ability to design an innovative system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability มีความเข้าใจและความรับผิดชอบ ต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน</p>
<p>8.จรรยาบรรณวิชาชีพ (Ethics) - สามารถใช้หลักการทางจรรยาบรรณและมีสำนึก รับผิดชอบ ต่อมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรม</p>	<p>(f)an understanding of professional and ethical responsibility มีความเข้าใจและยึดมั่น ในจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ และยึดถือตามกรอบมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ</p>
<p>9.การทำงานเดี่ยวและทำงานเป็นทีม (Individual and Team work) - ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการ ทำงานเดี่ยว และการทำงานในฐานะผู้ร่วมทีมหรือ ผู้นำทีมที่มีความหลากหลายของสาขาวิชาชีพ</p>	<p>(d)an ability to function on multidisciplinary teams สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลายในสาขาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานในฐานะสมาชิกของกลุ่ม และผู้นำกลุ่มได้</p>
<p>10.การสื่อสาร (Communication) - สามารถสื่อสารงานวิศวกรรมที่ซับซ้อนกับกลุ่มผู้ ปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมและสังคมโดยรวมได้อย่าง มีประสิทธิภาพ อาทิ สามารถอ่านและเขียนรายงาน ทางวิศวกรรมและเตรียมเอกสารการออกแบบงาน วิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำเสนอ สามารถให้และรับคำแนะนำงานได้อย่าง ชัดเจน</p>	<p>(g)an ability to communicate effectively สามารถติดต่อสื่อสารในงานวิศวกรรม วิชาชีพอื่น และบุคคลทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวาจา ด้วยการเขียนรายงาน การเสนอผลงาน การเขียนและอ่านแบบทางวิศวกรรม ตลอดจนสามารถออกคำสั่งและรับคำสั่งงานได้อย่างชัดเจน</p>

ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามข้อตกลง Washington Accord	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้
<p>11.การบริหารโครงการและการลงทุน (Project Management and Finance)</p> <p>- สามารถแสดงว่ามีความรู้และความเข้าใจ หลักการทางวิศวกรรมและการบริหารงาน และสามารถประยุกต์ใช้ หลักการบริหารในงานของตน ในฐานะผู้ร่วมทีมและผู้นำทีม เพื่อบริหารจัดการ โครงการวิศวกรรมที่มีสภาพแวดล้อมการทำงาน ความหลากหลายสาขาวิชาชีพ</p>	<p>(c)an ability to design an innovative system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability, and</p> <p>(h)the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context</p> <p>มีความรู้และความเข้าใจในด้าน เศรษฐศาสตร์ การลงทุนและการบริหารงานวิศวกรรมโดยคำนึงถึงความเสี่ยงและการเปลี่ยนแปลง</p>
<p>12.การเรียนรู้ตลอดชีพ (Lifelong Learning)</p> <p>- ตระหนักและเห็นความจำเป็นในการเตรียมตัว เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้โดยล้าพั้งและ สามารถการเรียนรู้ตลอดชีพเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม</p>	<p>(i)a recognition of the need for, and an ability to engage in lifelong learning</p> <p>ตระหนักถึงความจำเป็น และมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองตลอดชีพ</p>

ตารางแสดงความเชื่อมโยงรายวิชาของหลักสูตรกับคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
1	<p>(a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering</p> <p>สามารถประยุกต์ความรู้ทางด้าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม เพื่อกำหนดกรอบความคิดของแบบจำลองทางวิศวกรรม หรือนิยามและประยุกต์วิธีการกระบวนการ กระบวนการ หรือระบบงานทางวิศวกรรมในการทำงานได้</p>	<p>01006723 General physics 1</p> <p>01006724 General physics laboratory 1</p> <p>01006725 General physics 2</p> <p>01006726 General physics laboratory 2</p> <p>01006727 General chemistry</p> <p>01006728 General chemistry laboratory</p> <p>01006710 Introduction to calculus</p> <p>01006711 Advanced calculus</p> <p>01006717 Differential equations</p> <p>01366111 Chemistry for chemical engineering</p> <p>01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering</p> <p>01366121 Applications of numerical methods</p> <p>01366122 Introduction to probability and statistics</p> <p>01006801 Introduction to engineering programming</p> <p>01006802 Engineering drawing</p> <p>01006803 Engineering mechanics</p> <p>01006804 Engineering materials</p> <p>01366222 Principle calculation in chemical engineering</p> <p>01366223 Thermodynamics</p> <p>01366224 Chemical engineering thermodynamics</p> <p>01366321 Fluid mechanics</p> <p>01366322 Heat transfer</p> <p>01366323 Mass transfer</p> <p>01366421 Chemical process instrumentation</p> <p>01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design</p> <p>01366432 Mechanical and thermal separations</p> <p>01366433 Chemical engineering laboratory 1</p> <p>01366434 Thermodynamic separations</p> <p>01366435 Chemical engineering laboratory 2</p> <p>01366531 Chemical engineering processes</p> <p>01366532 Chemical process simulation</p>

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01366533 Process dynamics and control 01366534 Plant visit 01366535 Bioprocessing 01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366631 Process safety and waste management 01366632 Engineering economics 01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366801 Transport phenomena 01366802 Air pollution and control 01366803 Selected topics in energy and environment 01366804 Petrochemical technology 01366805 Petroleum refinery engineering 01366806 Rubber and elastomers technology 01366807 Green chemical products and processes 01366809 Energy management in industry 01366810 Corrosion 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366812 Waste treatment and pollution control 01366813 Membrane technology 01366814 Computer programming in chemical engineering 01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366817 Sustainable energy 01366818 Process system engineering 01366819 Selected topics in petrochemical engineering

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
2	<p>(b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data</p> <p>สามารถระบุปัญหา ตั้งสมการ ความสัมพันธ์ สืบค้นทางเอกสาร และแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนจนได้ข้อสรุปเบื้องต้น โดยใช้หลักการและเครื่องมือวิเคราะห์ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง</p>	<p>01006723 General physics 1 01006724 General physics laboratory 1 01006725 General physics 2 01006726 General physics laboratory 2 01006727 General chemistry 01006728 General chemistry laboratory 01366111 Chemistry for chemical engineering 01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 01366122 Introduction to probability and statistics 01366433 Chemical engineering laboratory 1 01366435 Chemical engineering laboratory 2 01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366803 Selected topics in energy and environment 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366819 Selected topics in petrochemical engineering</p>
3	<p>(c) an ability to design an innovative system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability</p> <p>สามารถหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนและออกแบบระบบงานหรือกระบวนการทางวิศวกรรมตามความต้องการและข้อกำหนด โดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านสังคม ความปลอดภัย การอนามัย และสิ่งแวดล้อมหรือมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ มีความ</p>	<p>01366434 Thermodynamic separations 01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design 01366432 Mechanical and thermal separations 01366531 Chemical engineering processes 01366532 Chemical process simulation 01366533 Process dynamics and control 01366535 Bioprocessing 01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2</p>

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
	<p>เข้าใจและยอมรับผิดชอบ ต่อการปฏิบัติวิชาชีพ วิศวกรรมต่อบริบทของสังคมและสิ่งแวดล้อม และสามารถประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน</p>	<p>01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366631 Process safety and waste management 01366632 Engineering economics 01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366802 Air pollution and control 01366803 Selected topics in energy and environment 01366804 Petrochemical technology 01366805 Petroleum refinery engineering 01366806 Rubber and elastomers technology 01366807 Green chemical products and processes 01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) 01366809 Energy management in industry 01366810 Corrosion 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366812 Waste treatment and pollution control 01366813 Membrane technology 01366814 Computer programming in chemical engineering 01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366817 Sustainable energy 01366818 Process system engineering 01366819 Selected topics in petrochemical engineering</p>
4	<p>(d) an ability to function on multidisciplinary teams สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มีความหลากหลายในสหสาขาวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานในฐานะสมาชิกของกลุ่ม และผู้นำกลุ่มได้</p>	<p>01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 01366433 Chemical engineering laboratory 1 01366435 Chemical engineering laboratory 2 01366534 Plant visit</p>

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366631 Process safety and waste management 01366632 Engineering economics 01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366803 Selected topics in energy and environment 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366819 Selected topics in petrochemical engineering
5	(e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems สามารถหาคำตอบของปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนและออกแบบระบบงานหรือกระบวนการทางวิศวกรรมตามความต้องการและข้อกำหนด โดยคำนึงถึงข้อกำหนดด้านสังคม ความปลอดภัย การอนามัย และสิ่งแวดล้อมหรือมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ	01006801 Introduction to engineering programming 01006802 Engineering drawing 01006803 Engineering mechanics 01006804 Engineering materials 01366222 Principle calculation in chemical engineering 01366223 Thermodynamics 01366224 Chemical engineering thermodynamics 01366321 Fluid mechanics 01366322 Heat transfer 01366323 Mass transfer 01366421 Chemical process instrumentation 01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design 01366432 Mechanical and thermal separations 01366434 Thermodynamic separations 01366532 Chemical process simulation 01366533 Process dynamics and control

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366631 Process safety and waste management 01366632 Engineering economics 01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366801 Transport phenomena 01366802 Air pollution and control 01366803 Selected topics in energy and environment 01366804 Petrochemical technology 01366805 Petroleum refinery engineering 01366806 Rubber and elastomers technology 01366807 Green chemical products and processes 01366809 Energy management in industry 01366810 Corrosion 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366812 Waste treatment and pollution control 01366813 Membrane technology 01366814 Computer programming in chemical engineering 01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366817 Sustainable energy 01366818 Process system engineering 01366819 Selected topics in petrochemical engineering
6	(f) an understanding of professional and ethical responsibility	01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 01366221 Introduction to chemical engineering

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
	มีความเข้าใจและยึดมั่น ในจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ และยึดถือตามกรอบมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ	01366433 CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 1 01366435 CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 2 01366534 PLANT VISIT 01006805 INDUSTRIAL INTERNSHIP 01366541 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 1 01366542 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 2 01006301 COOPERATIVE EDUCATION 01006302 STUDY ABOARD 01366631 PROCESS SAFETY AND WASTE MANAGEMENT 01366741 CAPSTONE PROJECT FOR CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN 01366742 CAPSTONE PROJECT FOR INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING 01366802 AIR POLLUTION AND CONTROL 01366803 SELECTED TOPICS IN ENERGY AND ENVIRONMENT 01366807 GREEN CHEMICAL PRODUCTS AND PROCESSES 01366809 ENERGY MANAGEMENT IN INDUSTRY 01366811 SELECTED TOPICS IN CHEMICAL ENGINEERING 01366812 WASTE TREATMENT AND POLLUTION CONTROL 01366816 SELECTED TOPICS IN PROCESS AND CONTROL 01366817 SUSTAINABLE ENERGY 01366818 PROCESS SYSTEM ENGINEERING 01366819 SELECTED TOPICS IN PETROCHEMICAL ENGINEERING
7	(g) an ability to communicate effectively สามารถติดต่อสื่อสารในงานวิศวกรรม วิชาชีพอื่น และบุคคลทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยวาจา ด้วยการเขียนรายงาน การเสนอผลงาน การเขียนและอ่านแบบทางวิศวกรรม ตลอดจนสามารถออกคำสั่งและรับคำสั่งงานได้อย่างชัดเจน	01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 01366433 Chemical engineering laboratory 1 01366435 Chemical engineering laboratory 2 01366534 Plant visit 01006805 Industrial internship

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366631 Process safety and waste management 01366632 Engineering economics 01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366803 Selected topics in energy and environment 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366819 Selected topics in petrochemical engineering
8	<p>(h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context</p> <p>มีความเข้าใจและความรับผิดชอบ ต่อการปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมต่อบริบทของสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม และสามารถประเมินผลกระทบของการแก้ไขปัญหาทางวิศวกรรมที่ซับซ้อนต่อสิ่งแวดล้อม</p>	01006723 GENERAL PHYSICS 1 01006724 GENERAL PHYSICS LABORATORY 1 01006725 GENERAL PHYSICS 2 01006726 GENERAL PHYSICS LABORATORY 2 01006727 GENERAL CHEMISTRY 01006728 GENERAL CHEMISTRY LABORATORY 01006710 INTRODUCTION TO CALCULUS 01006711 ADVANCED CALCULUS 01006717 DIFFERENTIAL EQUATIONS 01366111 CHEMISTRY FOR CHEMICAL ENGINEERING 01366112 CHEMISTRY LABORATORY FOR CHEMICAL ENGINEERING 01366121 APPLICATIONS OF NUMERICAL METHODS 01366122 INTRODUCTION TO PROBABILITY AND STATISTICS 01006803 ENGINEERING MECHANICS 01006804 ENGINEERING MATERIALS

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01366221 INTRODUCTION TO CHEMICAL ENGINEERING 01366222 PRINCIPLE CALCULATION IN CHEMICAL ENGINEERING 01366223 THERMODYNAMICS 01366224 CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS 01366321 FLUID MECHANICS 01366322 HEAT TRANSFER 01366323 MASS TRANSFER 01366421 CHEMICAL PROCESS INSTRUMENTATION 01366431 CHEMICAL ENGINEERING KINETICS AND REACTOR DESIGN 01366432 MECHANICAL AND THERMAL SEPARATIONS 01366434 THERMODYNAMIC SEPARATIONS 01366531 CHEMICAL ENGINEERING PROCESSES 01366532 CHEMICAL PROCESS SIMULATION 01366534 PLANT VISIT 01366535 BIOPROCESSING 01006805 INDUSTRIAL INTERNSHIP 01366541 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 1 01366542 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 2 01006301 COOPERATIVE EDUCATION 01006302 STUDY ABOARD 01366631 PROCESS SAFETY AND WASTE MANAGEMENT 01366632 ENGINEERING ECONOMICS 01366741 CAPSTONE PROJECT FOR CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN 01366742 CAPSTONE PROJECT FOR INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING 01366801 TRANSPORT PHENOMENA 01366802 AIR POLLUTION AND CONTROL 01366803 SELECTED TOPICS IN ENERGY AND ENVIRONMENT

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01366804 PETROCHEMICAL TECHNOLOGY 01366805 PETROLEUM REFINERY ENGINEERING 01366806 RUBBER AND ELASTOMERS TECHNOLOGY 01366807 GREEN CHEMICAL PRODUCTS AND PROCESSES 01366809 ENERGY MANAGEMENT IN INDUSTRY 01366810 CORROSION 01366811 SELECTED TOPICS IN CHEMICAL ENGINEERING 01366812 WASTE TREATMENT AND POLLUTION CONTROL 01366813 MEMBRANE TECHNOLOGY 01366816 SELECTED TOPICS IN PROCESS AND CONTROL 01366817 SUSTAINABLE ENERGY 01366818 PROCESS SYSTEM ENGINEERING 01366819 SELECTED TOPICS IN PETROCHEMICAL ENGINEERING
9	(i) a recognition of the need for, and an ability to engage in lifelong learning ตระหนักถึงความจำเป็น และมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองตลอดชีพ	01006723 GENERAL PHYSICS 1 01006724 GENERAL PHYSICS LABORATORY 1 01006725 GENERAL PHYSICS 2 01006726 GENERAL PHYSICS LABORATORY 2 01006727 GENERAL CHEMISTRY 01006728 GENERAL CHEMISTRY LABORATORY 01006710 INTRODUCTION TO CALCULUS 01006711 ADVANCED CALCULUS 01006717 DIFFERENTIAL EQUATIONS 01366121 APPLICATIONS OF NUMERICAL METHODS 01366122 INTRODUCTION TO PROBABILITY AND STATISTICS 01366221 INTRODUCTION TO CHEMICAL ENGINEERING 01366531 CHEMICAL ENGINEERING PROCESSES 01366534 PLANT VISIT 01006805 INDUSTRIAL INTERNSHIP 01366541 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 1

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01366542 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 2 01006301 COOPERATIVE EDUCATION 01006302 STUDY ABOARD 01366631 PROCESS SAFETY AND WASTE MANAGEMENT 01366632 ENGINEERING ECONOMICS 01366741 CAPSTONE PROJECT FOR CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN 01366742 CAPSTONE PROJECT FOR INDUSTRIAL PROBLEM SOLVING 01366803 SELECTED TOPICS IN ENERGY AND ENVIRONMENT 01366811 SELECTED TOPICS IN CHEMICAL ENGINEERING 01366811 SELECTED TOPICS IN CHEMICAL ENGINEERING 01366819 SELECTED TOPICS IN PETROCHEMICAL ENGINEERING
10	(j) a knowledge of contemporary issues สามารถสร้าง เลือกลง และประยุกต์ใช้เทคนิควิธี ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรม และ เทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม และทันสมัย โดย คำนึงถึง ข้อกำหนดและข้อจำกัดของเครื่องมือและ อุปกรณ์นั้น	01366111 Chemistry for chemical engineering 01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 01366121 Applications of numerical methods 01366122 Introduction to probability and statistics 01006801 Introduction to engineering programming 01366221 Introduction to chemical engineering 01366421 Chemical process instrumentation 01366433 Chemical engineering laboratory 1 01366435 Chemical engineering laboratory 2 01366531 Chemical engineering processes 01366532 Chemical process simulation 01366534 Plant visit 01366535 Bioprocessing 01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366631 Process safety and waste management 01366632 Engineering economics

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366802 Air pollution and control 01366803 Selected topics in energy and environment 01366804 Petrochemical technology 01366805 Petroleum refinery engineering 01366806 Rubber and elastomers technology 01366807 Green chemical products and processes 01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) 01366809 Energy management in industry 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366812 Waste treatment and pollution control 01366813 Membrane technology 01366814 Computer programming in chemical engineering 01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366817 Sustainable energy 01366818 Process system engineering 01366819 Selected topics in petrochemical engineering
11	(k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice สามารถสร้าง เลือกลง และประยุกต์ใช้เทคนิควิธี ทรัพยากร อุปกรณ์เครื่องมือทางวิศวกรรม และ เทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม และทันสมัย โดย คำนึงถึง ข้อกำหนดและข้อจำกัดของเครื่องมือและ อุปกรณ์นั้น	01006723 General physics 1 01006724 General physics laboratory 1 01006725 General physics 2 01006726 General physics laboratory 2 01006727 General chemistry 01006728 General chemistry laboratory 01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 01006801 Introduction to engineering programming

ลำดับ	ลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ (Graduate Attributes) ตามเกณฑ์ ABET ที่หลักสูตรใช้	รหัสวิชา/รายวิชา
		01006802 Engineering drawing 01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design 01366532 Chemical process simulation 01006805 Industrial internship 01366541 Chemical engineering project 1 01366542 Chemical engineering project 2 01006301 Cooperative education 01006302 Study aboard 01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 01366742 Capstone project for industrial problem solving 01366803 Selected topics in energy and environment 01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) 01366811 Selected topics in chemical engineering 01366814 Computer programming in chemical engineering 01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering 01366816 Selected topics in process and control 01366819 Selected topics in petrochemical engineering

4. มาตรฐานผลการเรียนรู้

ตารางแสดงผลการเรียนรู้ของหลักสูตร

Outcomes	Strategy or Student Activity
(1) Moral and Ethics	(1) Include the contents of the course that are related to ethics, etiquette, and professional ethics.
(2) Knowledge	(2) Teaching focused on class participation, cognition, and analytical principles.
(3) Intellectual Skills	(3) Assign work that rely on research from various sources including theory and practice.
(4) Human Relation Skills and Responsibility	(4.1) Assign projects that are beneficial to the society or the project requires the cooperation of member in the group. (4.2) Encourages the group members to participate in the project with the guidance of the counselor. (4.3) Give assignments that need to be presented orally in the classroom.
(5) Skills for Mathematical Calculation, Communication and Information Technology Adeptness	(5) Assign project that is related to the problem actually happened in the industry or interesting problem.

ตารางแสดงผลการเรียนรู้ของหลักสูตรเทียบกับผลการเรียนรู้ตามเกณฑ์การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษา ABET

Program Outcomes	ABET Outcomes
(1)	(f), (h)
(2)	(a), (c), (h)
(3)	(b), (e), (i), (j), (k)
(4)	(d), (f)
(5)	(g), (k)

ตารางแสดงการกระจายความรับผิดชอบผลการเรียนรู้ตามเกณฑ์การรับรองมาตรฐานคุณภาพการศึกษา ABET จากหลักสูตรสู่วิชา (Curriculum Mapping)

● Major Responsibility

○ Minor Responsibility

Subjects	(1)		(2)		(3)					(4)		(5)		
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01006723 General physics 1		○	●		○	●		●		●				●
01006724 General physics laboratory 1		○	●		○	●		●		●				●
01006725 General physics 2		○	●		○	●		●		●				●
01006726 General physics laboratory 2		○	●		○	●		●		●				●
01006727 General chemistry		○	●		○	●		●		●				●
01006728 General chemistry laboratory		○	●		○	●		●		●				●
01006710 Introduction to calculus		○	●		○			●						
01006711 Advanced calculus		○	●		○			●						
01006717 Differential equations		○	●		○			●						
01366111 Chemistry for chemical engineering		○	●		○	●			●					
01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering	○	○	○		○	●				●	●	○	●	●
01366121 Applications of numerical methods		○	●		○			●	●					
01366122 Introduction to probability and statistics		○	●		○	●		●	●					
01006801 Introduction to engineering programming			●				○		●	●		○		●
01006802 Engineering drawing			●				○			●		○		●
01006803 Engineering mechanics		○	●		○	●								
01006804 Engineering materials		○	●		○	●								
01366221 Introduction to chemical engineering	○	●			●			●	●			○		
01366222 Principle calculation in chemical engineering		○	●		○	●								
01366223 Thermodynamics		○	●		○	●								
01366224 Chemical engineering thermodynamics		○	●		○	●								
01366321 Fluid mechanics		○	●		○	●								
01366322 Heat transfer		○	●		○	●								
01366323 Mass transfer		○	●		○	●								
01366421 Chemical process instrumentation		○	●		○	●			●					

Subjects	(1)		(2)			(3)				(4)		(5)		
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design		○	●	●	○		●			○				○
01366432 Mechanical and thermal separations		○	●	●	○		●							
01366433 Chemical engineering laboratory 1	●		○			●			○	●	●	●	●	
01366434 Thermodynamic separations		○	●	●	○		●							
01366435 Chemical engineering laboratory 2	●		○			●			○	●	●	●	●	
01366531 Chemical engineering processes		○	●	●	○			●	●					
01366532 Chemical process simulation		○	●	○	○		●		●	●				●
01366533 Process dynamics and control			●	●			●							
01366534 Plant visit	●	●	○		●			○	●		●	●	●	
01366535 Bioprocessing		○	●	●	○				●					
01006805 Industrial internship	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01366541 Chemical engineering project 1	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01366542 Chemical engineering project 2	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01006301 Cooperative education	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01006302 Study aboard	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01366631 Process safety and waste management	●	●	○	○	●		○	○	●			●		
01366632 Engineering economics		●	○	●	●		○	○	○		●		●	
01366741 Capstone project for chemical engineering plant design	●	○	●	●	○		○	●	●	●	●	●	●	●
01366742 Capstone project for industrial problem solving	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●
01366801 Transport phenomena			●				●							
01366802 Air pollution and control	○	●	●	○	●		●		○			○		
01366803 Selected topics in energy and environment	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○
01366804 Petrochemical technology		○	●	○	○		●		○					
01366805 Petroleum refinery engineering		○	●	○	○		●		○					
01366806 Rubber and elastomers technology		○	●	○	○		●		○					

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366807 Green chemical products and processes	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM)				○					○	●				●
01366809 Energy management in industry	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366810 Corrosion		○	●	●	○		●							
01366811 Selected topics in chemical engineering	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○
01366812 Waste treatment and pollution control	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366813 Membrane technology		○	●	○	○		●		○					
01366814 Computer programming in chemical engineering			●	○			○		○	●				●
01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering			●	○			○		○	●				●
01366816 Selected topics in process and control	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○
01366817 Sustainable energy	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366818 Process system engineering		○	●	○	○		●		○					
01366819 Selected topics in petrochemical engineering	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○

ส่วนที่ 3 คณาจารย์

1. ประธานหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่อประธานหลักสูตร

ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
ผศ.ดร. ธัชนันต์ สมานมุลย์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี), (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ),	2549	4
		วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2552	
		D. Eng. (Mechanical Science and Engineering), (Hiroshima University, Japan)	2557	

2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตารางที่ 1 รายชื่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร วิชาเอก/แขนงวิชา ...

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
1	ผศ.ดร.ธกนันทน์ นัมคณิสร์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	B.S. (Chemical Engineering) (University of Minnesota, USA)	2537	19
			M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA.	2539	
			Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA.	2544	
2	ผศ.ดร. กุลนันท์ เกียรติกิตติ- พงษ์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	2551	8
			Ph.D. (Chemical Engineering), (The University of New South Wales, Australia)	2555	
3	ผศ.ดร.อมตะ อนันต์พิณิจ วัฒนา	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง)	2552	5
			M.Sc. (Chemical and Biochemical Engineering)	2556	

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
			(Technical University of Denmark, Denmark) Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) (Technical University of Denmark, Denmark)	2559	
4	ผศ.ดร. สุรัตน์ อารีรัตน์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) (เกียรตินิยมอันดับ 2) (สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ม.(วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) D.Eng. (Chemical Engineering) (Kyoto University, Japan)	2534 2538 2545	25

3. อาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

ระบุชื่อและคุณวุฒิการศึกษาทุกระดับปริญญาของอาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชาซึ่งทำหน้าที่ด้านการสอน การค้นคว้าวิจัยและงานบริการวิชาการ และการให้คำปรึกษาเต็มเวลา (ดังตัวอย่างแนบท้าย)

ตารางแสดงรายชื่ออาจารย์ประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำสาขาวิชา

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
1	รศ.ดร. อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ หล่อทองคำ	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) D.Eng. (Hydrocarbon Chemistry: Catalyst Design Engineering) (Kyoto University, Japan)	2526 2530 2537	35
2	รศ.ดร. ประกอบ กิจไชยา	รอง ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) (The University of Iowa, USA)	2526 2531 2538	25

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
3	รศ.ดร. ดวงกมล ณ ระนอง	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) M.Eng. (Chemical Engineering) (Tokyo Institute of Technology, Japan) D.Eng. (Chemical Engineering) (Tokyo Institute of Technology, Japan)	2537 2541 2545	20
4	รศ.ดร. เกรียงศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) D.Eng. (Chemical Engineering) (Kyoto University, Japan)	2541 2543 2550	21
5	รศ.ดร. ญาณิพร พัชรวรโชติ	รอง ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ) วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	2548 2553	10
6	ดร.นริศรา ทองบุญชู	อาจารย์	วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) M.S. (Chemical Engineering and Petroleum Refining) (Colorado School of Mines, USA) Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) (The University of Iowa, USA)	2531 2536 2541 2548	27
7	ผศ.ดร. สันติ วัฒนานุสรณ์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) Dr.-Ing. (Mechanical Engineering) (Ruhr-University Bochum, Germany)	2534 2540 2550	22

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
8	ผศ.ดร. พรสวรรค์ อัครแสงรัตน์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมีวิศวกรรม) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)	2538 2545	19
9	ผศ.ดร. วลัยรัตน์ จันทร์อัมพร	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 2) (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) วศ.ม. (วิศวกรรมปิโตรเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) Ph.D. (Chemical Engineering) (The University of Manchester, United Kingdom)	2541 2545 2550	15
10	ผศ.ดร. ธีรพร สุธีวงศ์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วท.บ. (เคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 1) (มหาวิทยาลัยมหิดล) วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิ เมอร์) (มหาวิทยาลัยมหิดล) M.Sc. (Materials Science and Engineering) (Cornell University, USA) Ph.D. (Materials Science and Engineering) (Cornell University, USA)	2545 2548 2552 2554	8
11	ผศ.ดร. ชนวรรณ พิน รัตน์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) Ph.D. (Chemical Engineering) (University of Michigan, USA)	2544 2547 2554	10
12	ผศ.ดร. ณัฐพล ฤกษ์เกษม- สันต์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 2) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) M.S. (Chemical Engineering)	2550 2553	7

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง วิชาการ	คุณวุฒิการศึกษา	ปีที่สำเร็จ การศึกษา	ประสบการณ์ สอน (ปี)
			(Virginia Polytechnic Institute and State University, USA) Ph.D. (Chemical Engineering) (Virginia Polytechnic Institute and State University, USA)	2557	
13	ผศ.ดร. ณัฐนนท์ ไพบูลย์ศิลป์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) D.Eng. (D. Energ. Sci.) (Kyoto University, Japan)	2548 2550 2553	7
14	ผศ. ศิริพันธ์ มุรธา ธัญ-ลักษณ์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 1) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)	2542 2545	18
15	ผศ.ดร. ภัทรานิษฐ์ วงศ์พร้อม- รัตน์	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง) Ph.D. (Engineering – Mechanics, Materials, Civil Engineering and Electrochemistry) (Grenoble Alpes University, France) วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง)	2553 2555 2558 2559	5

4. บุคลากรช่วยสอน/ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ

ตารางแสดงรายชื่อผู้ช่วยวิชาปฏิบัติการ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	คุณวุฒิการศึกษา
1	ดร.เอกราช บำรุงไทยชัยชาญ	นักวิจัย	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง) วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
2	นางสุกานต์ภรณ์ ศรีวงษ์	นักวิทยาศาสตร์	วท.บ.(เคมี) (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) วท.ม.(เคมี) (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)
3	นายพิสันต์ ผลโพธิ์	เจ้าหน้าที่วิจัย	วท.บ.(เทคนิคการผลิต) (มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์)

5. อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

ระบุจำนวนอาจารย์ประจำที่นำมาคิดอัตราส่วนซึ่งทำหน้าที่ด้านการสอนและให้คำปรึกษาเต็มเวลา และจำนวนนักศึกษาจริงในปีการศึกษาปัจจุบันที่ยื่นขอรับรองปริญญาฯ โดยจำแนกตามคุณสมบัติของผู้เข้าศึกษาและวิชาเอก/แขนงวิชา (ดังตัวอย่างแนบท้าย)

ตารางแสดงอัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา ณ ปีการศึกษา 2563

ตารางที่ 1 อัตราส่วนอาจารย์ประจำต่อนักศึกษา

ปีการศึกษา	หลักสูตรวิศวกรรมเคมี นานาชาติ				หลักสูตรวิศวกรรมเคมี				หลักสูตรวิศวกรรมปิโตรเคมี				รวม	อัตราส่วน ระหว่าง อาจารย์ประจำ ต่อนักศึกษา
	ชั้นปีที่				ชั้นปีที่				ชั้นปีที่					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
2563	15	10	15	4	68	44	78	38	-	39	34	21	366	1 : 14
2564	13	15	10	15	70	68	44	78	-	-	39	34	386	1 : 16
2565	40	13	15	10	80	70	68	44	-	-	-	39	379	1 : 13
2566	40	40	13	15	80	80	70	68	-	-	-	-	406	1 : 15
2567	40	40	40	13	80	80	80	70	-	-	-	-	443	1 : 17

หมายเหตุ : 1. จำนวนอาจารย์ประจำรวมในปีการศึกษา 2561 – 2563 มีทั้งหมด 21 ท่าน ในปีการศึกษา 2564 เป็นต้นไป มีจำนวนอาจารย์ประจำ 20 ท่าน

- หลักสูตรวิศวกรรมเคมีนานาชาติ เริ่มรับนักศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2560
- หลักสูตรวิศวกรรมปิโตรเคมี งดรับนักศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2563
- อัตราส่วนระหว่างอาจารย์ประจำต่อนักศึกษารวมเฉพาะชั้นปีที่ 2 – 4

6. แผนพัฒนาหลักสูตรและบุคลากรในระยะ 5 ปี

รายงานการพัฒนาหลักสูตรและการพัฒนาคณาจารย์ให้มีรายละเอียดที่ชัดเจน สามารถอธิบายถึงความก้าวหน้าในการดำเนินงานตามแผนพัฒนาในด้านการให้ความรู้และเสริมทักษะ ด้านการจัดหาบุคลากรใหม่ ด้านการเพิ่มคุณวุฒิการศึกษา และด้านการปรับตำแหน่งทางวิชาการ ในแต่ละปีการศึกษาภายในระยะ 5 ปี

6.1 แผนพัฒนาด้านการให้ความรู้และเสริมทักษะ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีงบประมาณให้บุคลากรเพิ่มพูนความรู้และทักษะตามความต้องการของบุคลากร

6.2 แผนพัฒนาด้านการจัดหาบุคลากรใหม่

หลักสูตรมีความประสงค์จัดหาบุคลากรเพื่อทดแทนอาจารย์ผู้สอนที่มีกำหนดเกษียณ ดังนี้

ปี 2564 จะมีอาจารย์ผู้สอนเกษียณจำนวน 1 คน

ปี 2565 จะมีอาจารย์ผู้สอนเกษียณจำนวน 1 คน

6.3 แผนพัฒนาด้านการเพิ่มคุณวุฒิการศึกษา

ไม่มีแผนเพิ่มคุณวุฒิการศึกษาเนื่องจากอาจารย์ผู้สอนจำนวน 20 คน มีวุฒิการศึกษาและตำแหน่งทางวิชาการ ดังนี้

อาจารย์ผู้สอนวุฒิปริญญาตรีระดับ ป.เอก ตำแหน่งรองศาสตราจารย์ จำนวน 5 คน

อาจารย์ผู้สอนวุฒิปริญญาตรีระดับ ป.เอก ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ จำนวน 13 คน

อาจารย์ผู้สอนวุฒิปริญญาตรีระดับ ป.เอก จำนวน 1 คน

อาจารย์ผู้สอนวุฒิปริญญาตรีระดับ ป.โท ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ จำนวน 1 คน

6.4 แผนพัฒนาด้านการปรับตำแหน่งทางวิชาการ

รายชื่ออาจารย์	ตำแหน่งวิชาการ (ปีการศึกษา 2563-2567)																							
	2563				2564				2565				2566				2567							
	อ.	ผศ.	รศ.	ศ.	อ.	ผศ.	รศ.	ศ.	อ.	ผศ.	รศ.	ศ.	อ.	ผศ.	รศ.	ศ.	อ.	ผศ.	รศ.	ศ.				
1. ดร.อภิรักษ์ นัมคณิสสรณ์		✓				✓					✓				✓				✓					
2. ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ			✓					✓	เกษียณราชการ															
3. ดร.ประกอบ กิจไชยา			✓				✓					✓	เกษียณราชการ											
4. ดร.ดวงกมล ณ ระนอง			✓				✓				✓				✓				✓					
5. ดร.เกรียงศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์			✓				✓				✓				✓				✓					
6. ดร.สุรัตน์ อารีรัตน์		✓					✓				✓				✓				✓					
7. ดร.พรสวรรค์ อัครแสงรัตน์		✓				✓				✓				✓				✓						
8. ดร.ญาณิพร พัชรวรโชติ			✓				✓				✓				✓				✓					
9. ดร.วัลย์รัตน์ จันทระอำพร		✓					✓				✓				✓				✓					
10. ดร.กุลนันท์ เกียรติกิตติพงษ์		✓					✓				✓				✓				✓					
11. ดร.สันติ วัฒนานุสรณ์		✓				✓				✓				✓				✓						
12. ดร.ธีรพร สุธีวงศ์		✓					✓				✓				✓				✓					
13. ดร.ธนวรรณ พิณรัตน์		✓					✓				✓				✓				✓					
14. ดร.ณัฐพล ฤกษ์เกษมสันต์		✓				✓				✓				✓				✓						
15. อ.ศิริพันธ์ มุรธาธัญลักษณ์		✓				✓				✓				✓				✓						
16. ดร.นริศรา ทองบุญชู	✓					✓				✓				✓				✓						
17. ดร.ณัฐนันท์ ไพบูลย์ศิลป์		✓				✓				✓				✓				✓						
18. ดร.อมตะ อนันต์พินิจวัฒนา		✓				✓				✓				✓				✓						
19. ดร.ภัทรานิชฐ์ วงศ์พร้อมรัตน์		✓				✓				✓				✓				✓						
20. ดร.ธัชนันต์ สمانมุลย์		✓				✓				✓				✓				✓						
รวม	1	14	5	-	10	9	1	-	9	9	1	-	9	9	-	-	9	9	-	-				

ส่วนที่ 4 รายละเอียดและสาระของวิชาตามองค์ความรู้

1. ตารางแจกแจงรายวิชาเทียบกับองค์ความรู้ที่สภาวิศวกรกำหนด (Curriculum Mapping)

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมเคมี

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ)

(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์			
คณิตศาสตร์ Mathematics	Function, Limit, Continuity and their applications, Mathematical induction, Introduction to derivative, Differentiation, Applications of derivative, Definite integrals, Antiderivative integration, Application of definite integral, Indeterminate forms, Improper integrals, Numerical integration, Sequences and series of numbers, Taylor series expansions of elementary functions vector analysis.	01006710 Introduction to calculus	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Functions of several variables and their applications, Vector algebra in three dimensions, Polar coordinates, Calculus of real - valued functions of two variables, Differentiation and integration of real - valued and vector - valued functions of multiple real variables, Introduction to line integrals, Lines, planes and surfaces in three-dimensional space, Calculus of real - valued functions in three-dimensional space, Principal theory for applications such as Green's theorem, divergence theorem, Gauss theorem, Stokes theorem, etc.	01006711 Advance Calculus	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Differential equations and their solutions; First-Order Differential Equations; Applications of First-Order Differential Equations; Explicit Method of Solving Higher-Order Linear Differential Equations; Applications of Second-Order Linear Differential Equations; Systems of Linear Equations	01006717 Differential Equations	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
	This course provides an elementary introduction to probability and statistics with applications. Topics include: basic combinatorics, random variables, probability distributions, Bayesian inference, hypothesis testing, confidence intervals, and linear regression.	01366122 Introduction to probability and statistics	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Bracketing methods, simple fixed-point iteration, Newton-Raphson method, secant methods, Gauss elimination, linear least-squares regression, linearization of nonlinear relationships, polynomial regression, polynomial interpolation, trapezoidal rule, Simpson's rules, Newton-Cotes formulas, differentiation formulas, Euler's method, Runge-Kutta methods, systems of differential equations, shooting method, finite-difference methods. Applications of mathematical software such as MatLab or Maple.	01366121 Applications of numerical methods	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
ฟิสิกส์ Physics	This course covers basic physics and mechanics including a study of motion, space and time, kinematics, Newton's law of motion, forces, energy and momentum, work, power, conservation laws, systems of particles, linear momentum, circular motion, rotation, torques, harmonic oscillation and gravitation.	01006723 General physics 1	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	The experiments that correspond to the subject in 01006723 General physics 1.	01006724 General physic laboratory 1	จำนวน 1 หน่วยกิต บรรยาย 0 ชั่วโมง ปฏิบัติ 45 ชั่วโมง
เคมี และ/หรือ ชีววิทยา Chemistry and/or Biology	This course provides a study of fundamental principles of chemistry and its applications. The subject matter includes principles of atomic structure, intermolecular forces and bonding, chemical reactions, kinetics, thermodynamics, and equilibrium. Relevant examples will be drawn from such areas as environmental, materials, and biological chemistry.	01006727 General chemistry	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	The experiments that correspond to the subject in 01006727 General chemistry	01006728 General chemistry laboratory	จำนวน 1 หน่วยกิต บรรยาย 0 ชั่วโมง ปฏิบัติ 45 ชั่วโมง
	Introduction to organic chemistry and analytical chemistry, basic molecular structures including hydrocarbons and biomolecules, their derivatives, isomers, stereochemistries and functions, basic concept for analytical equipment and	01366111 Chemistry for chemical engineering	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
	instrumentations, practical use and techniques of instruments for chemical analysis.		
	Laboratory experiments corresponds to 01366111 Chemistry for chemical engineering.	01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering	จำนวน 1 หน่วยกิต บรรยาย 0 ชั่วโมง ปฏิบัติ 45 ชั่วโมง
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม			
พื้นฐานทางไฟฟ้า Fundamental of Electrical	This course provides the physical science required to analyze electrical and electronic devices. Covered topics include electrostatics and electromagnetics, electric field and potential, conductors, insulators, capacitors, dielectrics, electric current, electric circuits, magnetic fields and electromagnetism.	01006725 General physics 2	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	The experiments that correspond to the subject in 01006724 General physics 2	01006726 General physics laboratory 2	จำนวน 1 หน่วยกิต บรรยาย 0 ชั่วโมง ปฏิบัติ 45 ชั่วโมง
	Basic concept of measuring and control devices used in industrial process; process flow diagram: PFD; piping and instrumentation diagram: P&ID; process instruments used for measuring temperature, pressure, level, pH and flow; final control devices; industrial process control system; introduction to industrial process data communication.	01366421 Chemical process instrumentation	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
การโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Computer Programming	This course introduces basic concepts of computer programming such as elementary programming, data types, expressions, simple algorithms and problem solving involving sequential statements, conditionals and iterations. Students learn routines or methods as fundamental concepts and practice using strings, arrays, lists, maps or dictionaries, pre-defined libraries and classes, abstraction mechanisms and basic object oriented programming concepts. Students will practice related activities of software development life cycle such as system requirement analysis, debugging, testing and validation.	01006801 Introduction to engineering programming	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 30 ชั่วโมง ปฏิบัติ 30 ชั่วโมง
การเขียนแบบวิศวกรรม Engineering Drawing	Lettering, orthographic projection, orthographic drawing and pictorial drawings, dimensioning and tolerancing, sections, auxiliary views and development, freehand sketches, detail and	01006802 Engineering drawing	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 30 ชั่วโมง ปฏิบัติ 30 ชั่วโมง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เทียบกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
	assembly drawings, basic computer aided drawing.		
กลศาสตร์ Engineering Mechanics	Force systems, resultant, equilibrium, fluid statics, kinematics and kinetics of particles and rigid bodies, Newton's second law of motion, work and energy, impulse and momentum.	01006803 Engineering mechanics	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม			
สมดุลมวลและพลังงาน Material and energy balances	The principles of chemical engineering calculations, material and energy balances with and without chemical reactions for steady state and unsteady state systems, systems with recycling, bypassing and purging, use of physical and chemical data, phase equilibrium, thermodynamic data for applications in chemical processes.	01366222 Principle calculation in chemical engineering	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
อุณหพลศาสตร์ ทางวิศวกรรมเคมี Chemical Engineering Thermodynamics	An introduction to classical engineering thermodynamics. Theoretical and applied concepts including the first and second laws, properties of ideal and real substances, gas mixtures, closed and open systems, work and heat, reversible and irreversible processes, and various thermodynamic cycles.	01366223 Thermodynamics	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	A study of thermodynamic properties of fluids, solution thermodynamics, vapor-liquid equilibrium at low to moderate pressures, thermodynamic properties and VLE from equations of state, topics in phase equilibria and chemical reaction equilibria.	01366224 Chemical engineering thermodynamics	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
วัสดุศาสตร์ Engineering Materials	Study of relationship between structures, properties, production processes and applications of main groups of engineering materials i.e. metals, polymers, ceramics and composites; phase equilibrium diagrams and their interpretation, mechanical properties and materials degradation.	01006804 Engineering materials	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
การปฏิบัติการเฉพาะหน่วย และปรากฏการณ์การถ่ายโอน Unit Operations and Transport phenomena	Physical properties of fluids, fluid statics and its applications, types of fluids, fluid flow phenomena, basic equations of fluid flow, Navier-Stokes equation, Bernoulli's equation, fluid friction in a steady one-dimensional flow, incompressible fluid flow in pipes, compressible fluid flow, principle and calculation of pumps, fans, blowers and compressors, flow past	01366321 Fluid mechanics	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
	immersed objects, measurement of flowing fluids, mixing.		
	Fundamentals of heat transfer, steady state and unsteady state heat conduction, heat convection, external and internal forced convection, natural convection, thermal radiation, boiling and condensation, heat exchanger and cooling tower.	01366322 Heat transfer	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Fundamentals of mass transfer, steady-state and unsteady state molecular diffusion, simultaneous momentum, heat and mass transfer, convective mass transfer and mass, energy and momentum-transfer analogies.	01366323 Mass transfer	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Separation units by mechanical and thermal mechanisms; size-reduction, sieve and screening, sedimentation, precipitation, electrostatic precipitation, filtration, centrifugal separation, cyclone, fluidization, evaporation, pervaporation, drying, crystallization.	01366432 Mechanical and thermal separations	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Laboratory experiments related to fluid flow, mixing, mechanical and thermal separations.	01366433 Chemical engineering laboratory 1	จำนวน 1 หน่วยกิต บรรยาย 0 ชั่วโมง ปฏิบัติ 45 ชั่วโมง
	Concept of thermodynamic separations, solid-liquid separations; adsorption, leaching, fluid-liquid separations; absorption, stripping, extraction, flash column, distillation.	01366434 Thermodynamic separations	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Laboratory experiments related to thermodynamics separations.	01366435 Chemical engineering laboratory 2	จำนวน 1 หน่วยกิต บรรยาย 0 ชั่วโมง ปฏิบัติ 45 ชั่วโมง
วิศวกรรมปฏิกิริยาเคมีและการออกแบบปฏิกรณ์ Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design	Application of thermodynamics and kinetics to the analysis and design of chemical reactors, types of chemical reactor: single- and multiple-reactor systems, isothermal and non-isothermal operations: homogeneous and heterogeneous reactors.	01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
การออกแบบอุปกรณ์และการออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมี Equipment Design and Plant Design in Chemical Engineering	Studies of production processes in industrial plants; raw materials, energy, industrial equipment, safety and environmental impacts.	01366531 Chemical engineering processes	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Applications of software package such as ASPEN PLUS or Pro/II for the calculate and design of unit operations relating the chemical engineering, for example, pump, pipe, heat exchanger, reactors, and columns.	01366532 Chemical process simulation	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
	Analysis of unit parameters is included with the sensitivity analysis, optimization and design spec.		
	This course gives the engineering concepts for biological conversion of raw materials to food, pharmaceuticals, fuels, and chemicals. The course will give a survey of the structure and function of biological molecules, including carbohydrates, lipids, and proteins as the basic understanding toward applications. It is then emphasized on enzyme and microorganism kinetics and technology, bioreactors and fermenters operation, and downstream processing of bioreaction products.	01366535 Bioprocessing	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
	Capstone project on chemical engineering process, equipment and plant design. The knowledges of chemical process, equipment, instrumentation, safety and economic consideration are integrated.	01366741 Capstone project for chemical engineering plant design	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
การบริหารโครงการ Project management	Solving the industrial problems assigned by industries, work as a team under the suggestion of the advisors, evaluation the feasibility of the solution by academic and industrial committees.	01366742 Capstone project for industrial problem solving	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
พลศาสตร์ของกระบวนการ และการควบคุม Process Dynamics and Control	Mathematical models of chemical engineering systems, solution techniques and dynamics of these systems, introduction to automatic control, feedback control concept, stability analysis, frequency response and control system designs. Introduction to measurement and control instrument characteristics.	01366533 Process dynamics and control	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
เศรษฐศาสตร์และการ ประเมินราคาทางวิศวกรรม เคมี Economics and Appraisal in Chemical Engineering	Introduction to economics, investment and operating costs, equipment costs and process evaluation, internal rate of return (IRR) calculation, economic optimization, project feasibility evaluation.	01366632 Engineering economics	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง
ความปลอดภัยใน กระบวนการเคมี และ วิศวกรรมเคมี สิ่งแวดล้อม	Environmental pollutions: sources and characteristics of industrial waste and treatment methods; impact on environment; environmental quality standards. Air pollution: origin and fate of air pollutants;	01366631 Process safety and waste management	จำนวน 3 หน่วยกิต บรรยาย 45 ชั่วโมง ปฏิบัติ 0 ชั่วโมง

องค์ความรู้ที่ สภาวิศวกรกำหนด	เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวกับองค์ความรู้	ชื่อวิชา	ภาระ (หน่วยกิต/ชั่วโมง)
Safety in Chemical Operation / Environmental Chemical Engineering	atmospheric dispersion; stationary and mobile sources; source control. Noise pollution: noise effects; noise control. Water pollution: pollution source; source control; Municipal water treatment; Wastewater treatment; disposal and reuse. Solid and hazardous waste management: characterization and classification; concepts of pollution prevention and waste minimization; waste treatment and disposal technologies. This course will provide students with an overall understanding of the many safety practices and requirements as they relate to industrial settings, specifically power generation, transmission, and distribution. The course will cover material from the Occupational Safety and Health Administration Standard and other current industrial safety practices from Department of Industrial Works of THAILAND.		

2. ตารางแสดงผู้สอนในแต่ละองค์ความรู้

ตารางการเทียบองค์ความรู้ สาขาวิศวกรรมเคมี
 หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี(หลักสูตรนานาชาติ)
 (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563)
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 สำหรับผู้เข้าศึกษา ปีการศึกษา 2563 – 2566

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์	
01006710 Introduction to calculus	Dr. Jonathan Sands Ph.D. (Hydrogen, Fuel Cells and their Applications) University of Birmingham, UK, 2558 M.Sci. (Mathematical Engineering), University of Birmingham, UK, 2553 ประสบการณ์สอน 4 ปี
01006711 Advance Calculus	ดร.พิมพ์ขวัญ หาญนันทอนันต์ Ph.D. (Bioengineering) University of Pennsylvania, USA B.Sc. (Biological Engineering) Cornell University, USA ประสบการณ์สอน 3 ปี
01006717 Differential Equations	Dr. Weon Keun Song Ph.D. (Mechanical Engineering), MSTU, Moscow, Russia, 1998 M.S. (Mechanical Engineering), MSTU, Moscow, Russia, 1994 B.S. (Civil Engineering), Yonsei University, Seoul, South Korea, 1991 ประสบการณ์สอน 10 ปี
01366122 Introduction to probability and statistics	ผศ.ดร.ณัฐนนท์ ไพบูลย์ศิลป์ D. Energ. Sci., Kyoto University, Japan, 2553 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง), 2550 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง), 2548

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	ประสบการณ์สอน 7 ปี
01366121 Applications of numerical methods	ผศ.ดร.อมตะ อนันต์พิณีจิวฒนา Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2559 M.Sc. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2556 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552 ประสบการณ์สอน 5 ปี
01006723 General physics 1	Dr. ARIVA SUGANDI PERMANA Ph.D. in Urban Planning and Environmental Management, Asian Institute of Technology, 2008 M.Sc. in Urban Environmental Management, Asian Institute of Technology, Thailand, 2005 B.Eng. in Civil and Water Resources Engineering, Diponegoro University, Semarang Indonesia, 1988 ประสบการณ์สอน 10 ปี
01006724 General physic laboratory 1	Dr. ARIVA SUGANDI PERMANA Ph.D. in Urban Planning and Environmental Management, Asian Institute of Technology, 2008 M.Sc. in Urban Environmental Management, Asian Institute of Technology, Thailand, 2005 B.Eng. in Civil and Water Resources Engineering, Diponegoro University, Semarang Indonesia, 1988 ประสบการณ์สอน 10 ปี Mr. Supun Dissanayaka M.S. (Robotics and Computational Intelligence Systems) King Mongkut's Institute of Technolog (studying) B.S. (Mechatronics Engineering) Asian Institute of Technology, 2015 ประสบการณ์สอน 4 ปี

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
01006727 General chemistry	Asst. Prof. Dr. Kanokthip Boonyarattanakalin Ph.D. (Chemical Engineering) Sirindhorn International Institute of Technology, 2012 M.S. (Chemistry) Kasetsart University, 2002 B.S. (Chemistry) Kasetsart University, 2000 ประสบการณ์สอน 10 ปี
01006728 General chemistry laboratory	ผศ.ดร.ธีรพร สุธีวงศ์ Ph.D. (Materials Science and Engineering) Cornell University, USA, 2554 M.Sc. (Materials Science and Engineering) Cornell University, USA, 2552 วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548 วท.บ. (เคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 1), มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545 ประสบการณ์สอน 8 ปี
01366111 Chemistry for chemical engineering	ผศ.ดร.ธีรพร สุธีวงศ์ Ph.D. (Materials Science and Engineering) Cornell University, USA, 2554 M.Sc. (Materials Science and Engineering) Cornell University, USA, 2552 วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548 วท.บ. (เคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 1), มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545 ประสบการณ์สอน 8 ปี
01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering	ผศ.ดร.ธีรพร สุธีวงศ์ Ph.D. (Materials Science and Engineering) Cornell University, USA, 2554 M.Sc. (Materials Science and Engineering) Cornell University, USA, 2552 วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพอลิเมอร์) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548 วท.บ. (เคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 1), มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545 ประสบการณ์สอน 8 ปี
องค์ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรม	

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
01006725 General physics 2	Asst. Prof. Dr. Harihara S. Ramamoorthy Ph.D. (Electrical and Electronics Engineering), University at Buffalo, The State University of New York M.S. (Electrical and Electronics Engineering), University at Buffalo, The State University of New York B.Tech. (Electrical and Electronics Engineering), Vellore Institute of Technology ประสบการณ์สอน 10 ปี
01006726 General physic laboratory 2	Mr. Ashan Eranga Kudabalage M.S. (Computer Engineering) Sirindhorn International Institute of Technology , 2019 B.S. (Mechatronics Engineering) Sirindhorn International Institute of Technology, 2015 ประสบการณ์สอน 4 ปี
01366421 Chemical process instrumentation	ดร.นริศรา ทองบุญชู Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) The University of Iowa, USA M.S. (Chemical Engineering and Petroleum Refining)Colorado School of Mines, USA วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประสบการณ์สอน 27 ปี
01006801 Introduction to engineering programming	ผศ.ดร.ภาสุ พูนภักดิ์ Ph.D. (Computer Science) University of Reading, UK MSc (Software Engineering) University of Portsmouth, UK วศ.บ. (วิศวกรรมซอฟต์แวร์และความรู้) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประสบการณ์สอน 5 ปี
01006802 Engineering drawing	รศ.ดร.ชินรัชช์ เขียรพงษ์ Ph.D, Mechanical Engineering, University of Manchester, UK.

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	MSc. Mechanical Engineering, University of Manchester, UK. B.Eng. Mechanical Engineering, KMITL, Thailand ประสบการณ์สอน 20 ปี
01006803 Engineering mechanics	ดร.ณัฐวุฒิ ชาวเมือง Doctoral Diploma (Process Engineering) AgroParisTech (Paris, France) วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วศ.บ. (วิศวกรรมอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประสบการณ์สอน 3 ปี
องค์ความรู้เฉพาะทางวิศวกรรม	
01366222 Principle calculation in chemical engineering	ผศ.ดร.ฉันทันต์ สมานมุลย์ D.Eng. (Mechanical Science and Engineering) Hiroshima University, Japan วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสบการณ์สอน 4 ปี
01366223 Thermodynamics	ผศ.ดร.สุรัตน์ อารีรัตน์ D. Eng. (Chemical Engineering) Kyoto University, Japan, 2545 วศ.ม.(วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538 วท.บ. (เคมีอุตสาหกรรม) (เกียรตินิยมอันดับ 2), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2534 ประสบการณ์สอน 25 ปี
01366224 Chemical engineering thermodynamics	ผศ.ดร.ชนวรรณ พิณรัตน์ Ph.D. (Chemical Engineering) University of Michigan, 2554 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544 ประสบการณ์สอน 10 ปี
01006804 Engineering materials	ผศ.ดร.อภิรักษ์ นิมคณิสร์ Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA B.S. (Chemical Engineering) University of Minnesota, USA ประสบการณ์สอน 19 ปี
01366321 Fluid mechanics	ผศ.ดร.วัลย์รัตน์ จันทรัมย์พร Ph.D. (Chemical Engineering) The University of Manchester, United Kingdom, 2550 วศ.ม. (วิศวกรรมปิโตรเคมี), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 2), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2541 ประสบการณ์สอน 15 ปี
01366322 Heat transfer	ผศ.ดร.ณัฐพล ฤกษ์เกษมสันต์ Ph.D. (Chemical Engineering) (Virginia Polytechnic Institute and State University, USA), 2557 M.S. (Chemical Engineering) (Virginia Polytechnic Institute and State University, USA), 2553 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 2), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550 ประสบการณ์สอน 7 ปี
01366323 Mass transfer	ผศ.ดร.วัลย์รัตน์ จันทรัมย์พร Ph.D. (Chemical Engineering) The University of Manchester, United Kingdom, 2550 วศ.ม. (วิศวกรรมปิโตรเคมี), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 2), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2541 ประสบการณ์สอน 15 ปี
01366432 Mechanical and thermal separations	ผศ.ดร.ภัทรานิษฐ์ วงศ์พร้อมรัตน์ Ph.D. (Engineering – Mechanics, Materials, Civil Engineering and Electrochemistry) Grenoble Alpes University, France 2558 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2555

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2553 ประสบการณ์สอน 5 ปี
01366433 Chemical engineering laboratory 1	รศ.ดร. ญาณิพร พัชรวิโรจน์ วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548 ประสบการณ์สอน 10 ปี
01366434 Thermodynamic separations	ผศ.ดร.อภิวัฒน์ นัมคณิสร์ Ph.D. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA M.S. (Chemical Engineering) Lehigh University, USA B.S. (Chemical Engineering) University of Minnesota, USA ประสบการณ์สอน 19 ปี
01366435 Chemical engineering laboratory 2	ผศ.ดร.ธัชรัตน์ สมานมูลย์ D.Eng. (Mechanical Science and Engineering) Hiroshima University, Japan, 2557 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549 ประสบการณ์สอน 4 ปี
01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design	รศ.ดร.ดวงกมล ณ ระนอง D.Eng. (Chemical Engineering) Tokyo Institute of Technology, Japan, 2545 M.Eng. (Chemical Engineering) Tokyo Institute of Technology, Japan, 2541 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537 ประสบการณ์สอน 20 ปี
01366531 Chemical engineering processes	ผศ.ดร.ณัฐพล ฤกษ์เกษมสันต์ Ph.D. (Chemical Engineering) (Virginia Polytechnic Institute and State University, USA), 2557 M.S. (Chemical Engineering) (Virginia Polytechnic Institute and State University, USA), 2553

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) (เกียรตินิยมอันดับ 2), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550 ประสบการณ์สอน 7 ปี
01366532 Chemical process simulation	ผศ.ดร.อมตะ อนันต์พิณีวัฒนา Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2559 M.Sc. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2556 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552 ประสบการณ์สอน 5 ปี
01366535 Bioprocessing	ผศ.ดร.ธัชชานันต์ สมานมุลย์ D.Eng. (Mechanical Science and Engineering) Hiroshima University, Japan, 2557 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2549 ประสบการณ์สอน 4 ปี
01366741 Capstone project for chemical engineering plant design	ผศ.ดร.อมตะ อนันต์พิณีวัฒนา Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2559 M.Sc. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2556 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552 ประสบการณ์สอน 5 ปี
01366742 Capstone project for industrial problem solving	ผศ.ดร.อมตะ อนันต์พิณีวัฒนา Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2559 M.Sc. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2556 วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2552 ประสบการณ์สอน 5 ปี
01366533 Process dynamics and control	รศ.ดร. ญาณิพร พัชรวรโชติ วศ.ด. (วิศวกรรมเคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553

สาระการเรียนรู้ของแต่ละวิชา	รายชื่อและคุณวุฒิการศึกษาผู้สอน
	วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2548 ประสบการณ์สอน 10 ปี
01366632 Engineering economics	ผศ.ดร.กุลนันท์ เกียรติกิตติพงษ์ Ph.D. (Chemical Engineering) The University of New South Wales, Australia, 2555 วท.บ. (เคมีวิศวกรรม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551 ประสบการณ์สอน 8 ปี
01366631 Process safety and waste management	รศ.ดร.อัญชลีพร วาริตสวัสดิ์ หล่อทองคำ D.Eng. (Hydrocarbon Chemistry: Catalyst Design Engineering) Kyoto University, Japan, 2537 วศ.ม. (วิศวกรรมเคมี), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530 วท.บ. (เคมีวิศวกรรม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526 ประสบการณ์สอน 35 ปี

ส่วนที่ 5 สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และการประกันคุณภาพการศึกษา

1. ห้องปฏิบัติการ

1.1 บัญชีรายการของวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์การทดลอง

1.1.1 การทดลองปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1 และการทดลองปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2

หัวข้อการทดลองปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1

- 1) การไหลของของไหลในท่อ (Fluid Flow in Pipe)
- 2) สมรรถนะของปั๊มทอยโง่ง (Centrifugal Pump Performance)
- 3) ฟลูอิดไดซ์เซชัน (Fluidization)
- 4) การลดขนาด (Size Reduction)
- 5) การตกตะกอน (Sedimentation)
- 6) การกรอง (Filtration)
- 7) การกวนและการผสม (Agitation and Mixing)
- 8) สมดุลไอ-ของเหลวของสารผสมไบนารี (Vapor-Liquid Equilibria of Binary Mixture)

หัวข้อการทดลองปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2

- 1) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)
- 2) หอทำน้ำเย็น (Cooling Tower)
- 3) เยื่อแผ่น (Membrane)
- 4) การดูดซับ (Adsorption)
- 5) การดูดซึมก๊าซ (Gas Absorption)
- 6) การกลั่น (Distillation)
- 7) การสกัด (Leaching)
- 8) การอบแห้ง (Drying)
- 9) เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer)
- 10) การควบคุมระดับ (Level Control)
- 11) เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดบรรจุ (Packed Bed Reactor)

รายการอุปกรณ์ (การทดลองปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 1)

1) การทดลองการไหลในท่อ (Fluid Flow in Pipe)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการไหลในท่อ	1 ชุด
2. กระจกบอกระดับแก้ว 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
3. เขื่อน้ำพลาสติก	1 ชิ้น
4. เวอร์เนียคาลิปเปอร์	1 ชิ้น
5. ตลับเมตร	1 ชิ้น

2) การทดลองสมรรถนะของปั๊มทอยโข่ง (Centrifugal Pump Performance)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองทดลองสมรรถนะของปั๊มทอยโข่ง	1 ชุด

3) การทดลองฟลูอิดไดซ์เซชัน (Fluidization)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองฟลูอิดไดซ์เซชัน	1 ชุด
2. เวอร์เนียคาลิปเปอร์	1 ชิ้น
3. ขวดใส่เก็บสารขนาดเล็ก	1 ขวด
4. กระบอกฉีดน้ำกลั่น	1 ขวด
5. เม็ดพลาสติก	1 ถุง
6. เม็ดถั่วแดง	1 กล่อง

4) การทดลองการลดขนาด (Size Reduction)



รายการ	จำนวน
1. เครื่องบด	1 ชุด
2. เครื่องเขย่า	2 ชุด
3. โถบด	1 โถ

รายการ	จำนวน
4. เครื่องชั่งน้ำหนักพร้อมถาดพลาสติกกรองชั่ง	1 ชุด
5. ลูกบดขนาดใหญ่	1 ตะกร้า
6. ลูกบดขนาดเล็ก	1 ตะกร้า
7. ตะแกรงร่อนขนาด 75 ไมครอน	1 ชั้น
8. ตะแกรงร่อนขนาด 106 ไมครอน	1 ชั้น
9. ตะแกรงร่อนขนาด 150 ไมครอน	1 ชั้น
10. ตะแกรงร่อนขนาด 250 ไมครอน	1 ชั้น
11. ตะแกรงร่อนขนาด 425 ไมครอน	1 ชั้น
12. ตะแกรงร่อนขนาด 600 ไมครอน	1 ชั้น
13. ตะแกรงร่อนขนาด 850 ไมครอน	1 ชั้น
14. ถาดรองร่อน	1 ชั้น
15. น้ำตาลทราย	-

5) การทดลองการกรอง (Filtration)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการกรอง	1 ชุด
2. ถังน้ำ	1 ถัง
3. กะละมังเล็ก	1 ชั้น
4. ไม้พาย	1 อัน
5. กระดาษทิชชู	-
6. น้ำ	-

6) การทดลองการตกตะกอน (Sedimentation)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการตกตะกอน	1 ชุด
2. บีกเกอร์พลาสติก 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
3. บีกเกอร์พลาสติก 600 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
4. ซ้อนตักสาร	1 ชิ้น
5. แท่งแก้วคนสาร	1 ชิ้น
6. สายวัด	1 เส้น
7. จุกยาง	3 ชิ้น
8. สารส้ม	1 ครอบ
9. ปูนขาว	-
10. น้ำ	-

7) การทดลองการกวนและการผสม (Agitation and Mixing)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการกวนและการผสม	1 ชุด
2. ใบปั่นกวนแบบตรง 6 ใบ	1 ชิ้น
3. ใบปั่นกวนแบบ Rushton	1 ชิ้น
4. ใบปั่นกวนแบบ Propeller	1 ชิ้น
5. หลอดทดลอง	61 หลอด
6. กระบอกตวง 50 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
7. ปีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร	3 ชิ้น
8. ปีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
9. ช้อนตักสาร	1 ชิ้น
10. สายวัด	1 เส้น
11. Cuvette	2 ชิ้น
12. ต่างทับทิม	1 คู่

8) สมดุลไอ-ของเหลวของสารผสมไบนารี (Vapor-Liquid Equilibria of Binary Mixture)



รายการ	จำนวน
1. Dropper	2 อัน
2. Sampling Bottle	11 ขวด
3. Syringe	3 หลอด
4. Beaker 250 ml	2 ชิ้น
5. Beaker 100 ml	3 ชิ้น
6. Volumetric Flask 10 ml	1 ขวด
7. Volumetric Flask 25 ml	2 ขวด
8. Volumetric Flask 250 ml	1 ขวด
9. Pipette 5 ml	1 แท่ง
10. Pipette 10 ml	1 แท่ง
11. Pipette 25 ml	1 แท่ง
12. Wash Bottle	1 ขวด
13. Refractometer	1 อัน
14. Funnel	1 ชิ้น
15. Thermometer	1 อัน

รายการอุปกรณ์ (การทดลองปฏิบัติการเฉพาะหน่วย 2)

- 1) การทดลองเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	1 ชุด
2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์	1 ชิ้น

3. กระบอกตวง 1,000 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
4. กระบวยพลาสติก	1 ชิ้น
5. ตัวอย่างท่อ	1 ชุด
6. น้ำ	-

2) การทดลองหอน้ำเย็น (Cooling Tower)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองหอน้ำเย็น	1 ชุด
2. เครื่องวัดความเร็วลม	1 เครื่อง
3. เครื่องวัดความชื้น	1 เครื่อง
4. เทอร์โมมิเตอร์	2 ชิ้น
5. สายวัด	1 เส้น
6. สำลี	1 ห่อ
7. น้ำ	-

3) การทดลองเยื่อแผ่น (Membrane)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองเยื่อแผ่น	1 ชุด
2. กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
3. ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร	4 ขวด
4. ขวดวัดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร	2 ขวด
5. ปีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร	3 ชิ้น
6. ปีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
7. ปีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
8. ปีกเกอร์ 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
9. ปิเปต 10 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
10.กรวยแก้ว	1 ชิ้น
11.แท่งแก้วคนสาร	1 ชิ้น
12.กระบอกฉีดยาน้ำกลั่น	1 ขวด
13.ฟีนอล์ฟทาลีน	2 ขวด
14.น้ำตาล	-

4) การทดลองการดูดซับ (Adsorption)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการดูดซับ	1 ชุด
2. เครื่องวัดความชื้น	1 เครื่อง
3. ปีกเกอร์พลาสติก 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
4. ประแจเบอร์ 13-14	2 ชิ้น
5. ซิลิกาเจล	1 กล่อง

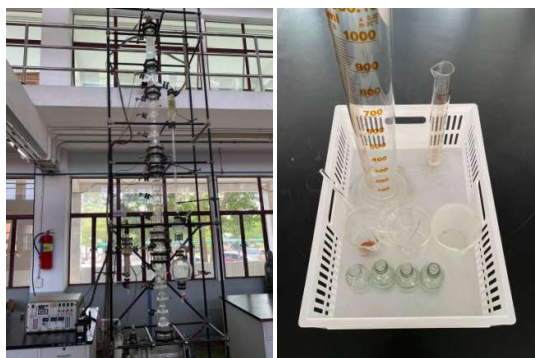
5) การทดลองการดูดซึ่มก๊าซ (Gas Absorption)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการดูดซึ่มก๊าซ	1 ชุด
2. ขาตั้งพร้อมแคลมป์	1 ชุด
3. บิวเรต 50 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
4. ปีเปตปัม	1 ชิ้น
5. กระบอกวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
6. ขวดรูปخمพู่ 50 มิลลิลิตร	8 ขวด
7. ขวดรูปخمพู่ 250 มิลลิลิตร	1 ขวด
8. ขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร	1 ขวด
9. ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร	1 ขวด
10. ปีเปต 10 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
11. ปีเปต 25 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
12. บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
13. บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
14. บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
15. บีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
16. กรวยแก้ว	1 ชิ้น
17. ขวดแก้ว	7 ขวด
18. แท่งแก้วคนสาร	1 ชิ้น
19. ซ้อนตักสาร	3 ชิ้น
20. โซเดียมไฮดรอกไซด์	1 ขวด

21. ฟีนอล์ฟทาลีน	1 ขวด
------------------	-------

6) การทดลองการกลั่น (Distillation)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการกลั่น	1 ชุด
2. พิกโนมิเตอร์	1 ขวด
3. กระจกบอกรวง 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
4. กระจกบอกรวง 100 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
5. บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร	3 ชิ้น
6. กรวยแก้ว	1 ชิ้น
7. หลอดหยดสาร	1 ชิ้น
8. แท่งแก้วคนสาร	1 ชิ้น
9. ขวดแก้วใส	3 ขวด
10. เอทานอล	-
11. น้ำ	-

7) การทดลองการสกัดของแข็งด้วยของเหลว (Leaching)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการสกัดของแข็งด้วยของเหลว	1 ชุด
2. กระจกบอทดวง 100 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
3. ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร	1 ขวด
4. ขวดรูปخمพู่ 250 มิลลิลิตร	5 ขวด
5. ปีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
6. ปีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
7. ปีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร	9 ชิ้น
8. ปีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
9. กรวยแก้ว	1 ชิ้น
10. กระจกบอกลี้น้ำกลั่น	1 ขวด
11. Cuvette	2 ชิ้น
12. แท่งแก้วคนสาร	1 ชิ้น
13. หลอดหยด	1 ชิ้น
14. กาแฟ	-

8) การทดลองการอบแห้ง (Drying)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการควบคุมระดับ	1 ชุด
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก	1 เครื่อง
3. เครื่องวัดความเร็วลม	1 เครื่อง
4. เวอร์เนียคาลิปเปอร์	1 ชิ้น
5. เทอร์โมมิเตอร์	1 ชิ้น
6. ปีกเกอร์พลาสติก	1 ชิ้น
7. มีดปอกผลไม้	1 ด้าม
8. เครื่องสไลด์ผลไม้	1 ชุด
9. ถุงมือทนความร้อน	1 คู่
10. ถาดใหญ่	1 ถาด
11. ถาดเล็ก	3 ถาด

9) การทดลองเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray Dryer)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย	1 ชุด
2. เครื่องวัดความเร็วลม	1 เครื่อง
3. กระบวยพลาสติก	2 ชิ้น
4. เทอร์โมมิเตอร์	2 ชิ้น
5. หัวพ่นฝอย (Atomizer)	1 หัว
6. ปีกเกอร์พลาสติก 250 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
7. ปีกเกอร์พลาสติก 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
8. ขวดแก้วใสพร้อมฝาปิด	2 ขวด
9. ซ้อนตักสาร	1 ชิ้น
10. สายวัด	1 เส้น

10) การทดลองการควบคุมระดับ (Level Control)



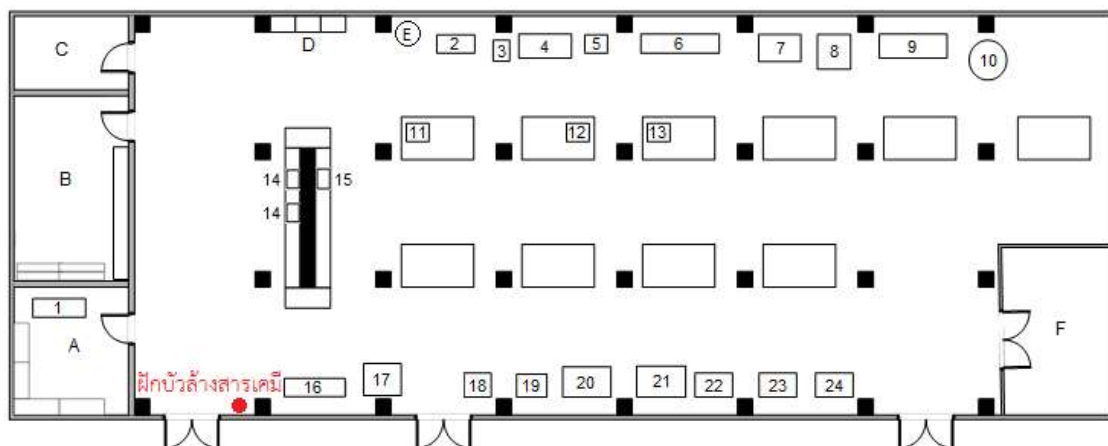
รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองการควบคุมระดับ	1 ชุด
2. น้ำ	-

11) การทดลองเครื่องปฏิกรณ์แบบเบตบรจ (Packed Bed Reactor)



รายการ	จำนวน
1. ชุดทดลองเครื่องปฏิกรณ์แบบเบตบรจ	1 ชุด
2. กระจกบอวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
3. กระจกบอวัดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
4. ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร	1 ขวด
5. ขวดวัดปริมาตร 250 มิลลิลิตร	2 ขวด
6. ขวดวัดปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร	2 ขวด
7. ปีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
8. ปีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร	2 ชิ้น
9. ปีกเกอร์ 1,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
10. ปีกเกอร์ 2,000 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
11. ขวดรูปخمพู่ 50 มิลลิลิตร	7 ขวด
12. ขวดรูปخمพู่ 250 มิลลิลิตร	4 ขวด
13. ขาตั้งพร้อมแคลมป์	1 ชุด
14. บิวเรต 50 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
15. ปีเปตปั้ม	1 ชิ้น
16. ปีเปต 1 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
17. ปีเปต 2 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
18. ปีเปต 5 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
19. ปีเปต 10 มิลลิลิตร	1 ชิ้น
20. กรวยแก้ว	1 ชิ้น
21. แฝงแก้วคนสาร	1 ชิ้น
22. กระจกบอฉีดน้ำกลั่น	1 ขวด

รายการ	จำนวน
23. ฟีนอฟทาลีน	2 ขวด
24. สารละลายเอทิลอะซิเตต	-
25. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	-



- | | | |
|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1. เครื่องมือพิเศษ | 11. Lab Pump Performance | 21. Lab Leaching |
| 2. Lab CSTR | 12. Lab Sedimentation | 22. Lab Adsorption |
| 3. Lab Filtration | 13. Lab Membrane | 23. Lab Absorption |
| 4. Lab Heat Exchanger | 14. Oven | 24. Lab Distillation |
| 5. Lab Vapor Liquid Equilibrium | 15. Vacuum Oven | A. ห้องพักเจ้าหน้าที่ |
| 6. Lab Fluid Flow | 16. Lab Tray Dryer | B. ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ 1 |
| 7. Lab Level control | 17. Lab Fluidization | C. ห้องเครื่องมือวิเคราะห์ 2 |
| 8. Short path distillation | 18. Lab Packed Bed Reactor | D. Hood |
| 9. Lab Cooling tower | 19. Lab Size Reduction | E. ระบบทำน้ำ RO |
| 10. Lab Mixing | 20. Lab Spray Drying | F. ห้องเก็บอุปกรณ์ |

แผนผังห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ชั้น 1 อาคาร ปฏิบัติการรวมวิศวกรรม 1 (อาคาร CCA)

1.2 โปรแกรมสำเร็จรูป/ซอฟต์แวร์ (Software)

- Aspen Plus®
- JupyterLab
- Julia

2. แหล่งบริการข้อมูลทางวิชาการ

2.1 ห้องสมุดและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ

จำนวนทรัพยากรสารสนเทศของสำนักหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถิติจำนวนทรัพยากรสารสนเทศ ที่มีในระบบห้องสมุดอัตโนมัติ WALAI AutoLib

แยกตามหมวดหมู่ Library of Congress (LC)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 (ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564)

ลำดับ	หมวดหมู่	รายละเอียด	ตุลาคม 2563		พฤศจิกายน 2563		ธันวาคม 2563		มกราคม 2564		กุมภาพันธ์ 2564		มีนาคม 2564		เมษายน 2564		พฤษภาคม 2564		มิถุนายน 2564		กรกฎาคม 2564		สิงหาคม 2564		กันยายน 2564		
			ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง	รายการ	ชื่อเรื่อง
1	A - AZ	General Works	401	612	401	612	401	612	401	612	401	612	401	612	401	612											
2	B - BX	Philology, Psychology, Religion	6,871	8,896	6,872	8,897	6,872	8,897	6,872	8,897	6,872	8,897	6,885	8,912	6,886	8,913											
3	C - CT	Auxiliary Sciences of History	453	599	453	599	453	599	453	599	453	599	455	601	455	601											
4	D - DX	History of Individual Countries	6,726	9,220	6,726	9,220	6,728	9,222	6,728	9,222	6,730	9,224	6,733	9,227	6,733	9,227											
5	E	History : America, United States	210	229	210	229	210	229	210	229	210	229	210	229	210	229											
6	F	History : United States Local History	160	171	160	171	160	171	160	171	160	171	160	171	160	171											
7	G - GV	Geography : Maps : Anthropology : Recreation	3,098	4,103	3,100	4,106	3,101	4,108	3,101	4,108	3,102	4,110	3,105	4,114	3,105	4,114											
8	H - HX	Social Sciences	21,148	29,771	21,157	29,782	21,161	29,787	21,160	29,787	21,166	29,795	21,174	29,809	21,174	29,809											
9	J - JX	Political Science	2,237	3,104	2,237	3,104	2,238	3,105	2,238	3,105	2,238	3,105	2,240	3,109	2,240	3,109											
10	K - KT	Laws	1,474	2,136	1,475	2,137	1,475	2,138	1,475	2,138	1,475	2,138	1,475	2,138	1,475	2,138											
11	L - LT	Education	5,287	7,675	5,287	7,674	5,287	7,674	5,287	7,674	5,289	7,677	5,293	7,684	5,293	7,684											
12	M - MT	Music	524	757	524	757	524	757	524	757	524	757	524	757	527	760											
13	N - NK	Fine Arts	17,401	23,823	17,406	23,830	17,412	23,841	17,413	23,841	17,416	23,849	17,426	23,862	17,447	23,891											
14	P - PZ	Linguistics and Literatures	10,518	15,174	10,518	15,185	10,520	15,191	10,520	15,191	10,522	15,194	10,527	15,203	10,529	15,210											
15	Q - QR	Science	30,641	44,331	30,648	44,337	30,651	44,351	30,651	44,351	30,656	44,361	30,665	44,381	30,665	44,381											
16	R - RZ	Medicine	3,681	6,655	3,681	6,656	3,661	6,636	3,723	7,922	3,769	6,754	3,771	6,759	3,774	6,762											
17	S - SK	Agriculture	10,931	15,783	10,931	15,783	10,937	15,793	10,938	15,794	10,942	15,800	10,950	15,809	10,950	15,809											
18	T - TX	Technology	40,297	58,952	40,302	58,963	40,310	58,974	40,310	58,974	40,315	58,986	40,327	59,007	40,331	59,012											
19	U - UH	Military Science	220	265	220	265	220	265	220	265	220	265	222	269	222	269											
20	V - VM	Naval Science	108	122	108	122	108	122	108	122	108	122	108	122	108	122											
21	Z - ZA	Bibliography and Library Science	1,565	2,178	1,565	2,178	1,566	2,179	1,566	2,179	1,566	2,179	1,566	2,179	1,566	2,179											
22	Ref. A-Z	หนังสืออ้างอิงหมวด A - Z	8,887	15,738	8,888	15,739	8,917	15,771	8,855	14,485	8,812	15,657	8,821	15,672	8,821	15,672											
รวมทั้งหมด			172,838	250,294	172,869	250,346	172,912	250,422	172,913	250,423	172,946	250,481	173,038	250,626	173,072	250,674	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

สถิติจำนวนทรัพยากรสารสนเทศ ที่มีในระบบห้องสมุดอัตโนมัติ WALAI Autolib

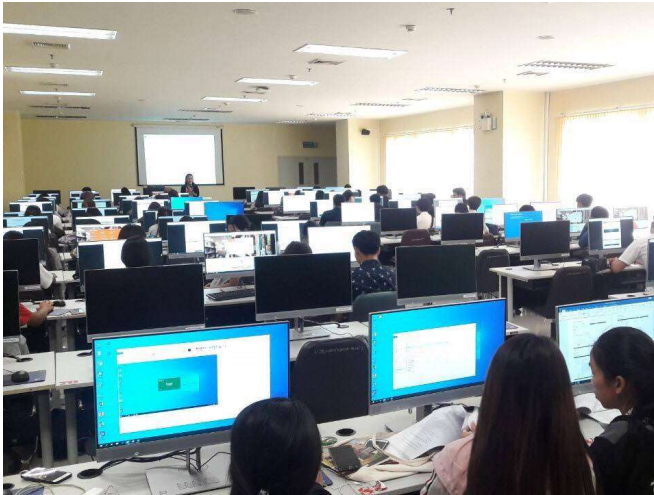
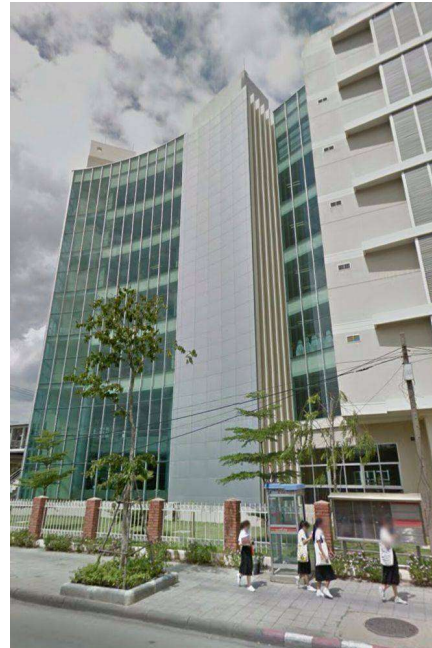
แยกตามหมวดหมู่อื่นๆ Local Call Number และ EResource

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 (ตุลาคม 2563 - กันยายน 2564)

ลำดับ	หมวดหมู่	รายละเอียด	ตุลาคม 2563		พฤศจิกายน 2563		ธันวาคม 2563		มกราคม 2564		กุมภาพันธ์ 2564		มีนาคม 2564		เมษายน 2564		พฤษภาคม 2564		มิถุนายน 2564		กรกฎาคม 2564		สิงหาคม 2564		กันยายน 2564	
			ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ	ซื้อเรื่อง	รายการ
1	นร	นวนิยาย	3,448	4,798	3,448	4,798	3,462	4,798	3,448	4,798	3,448	4,798	3,449	4,800	3,449	4,800										
2	บทความ	บทความ	17,514	17,514	17,514	17,514	17,514	17,514	17,514	17,514	17,570	17,570	17,570	17,570	17,570	17,570										
3	ปท	ปริยญาณ์นิต	35,624	36,454	35,442	36,270	35,077	35,905	34,944	35,762	34,339	35,075	33,896	34,624	33,136	33,806										
4	มกช	สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75										
5	มช	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	956	956	956	956	956	956	956	956	956	956	956	956	956	956										
6	รช	เรื่องสั้น	665	822	665	822	665	822	665	822	665	822	665	822	665	822										
7	ลูกโลก	ลูกโลก	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	5	5										
8	วพ	วิทยานิพนธ์	8,123	8,384	8,120	8,344	8,115	8,339	8,109	8,333	8,035	8,259	7,985	8,208	7,960	8,182										
9	วารสาร	วารสาร	697	697	697	697	699	699	699	699	699	699	699	699	699	699										
10	อนุสรณ์	อนุสรณ์	397	516	397	516	397	516	397	516	397	516	397	516	397	516										
11	Adapter	Adapter	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	2	7	2	7										
12	Boardgame	Boardgame	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	24										
13	CD	ซีดีรวม	6,270	18,785	6,270	18,785	6,270	18,781	6,270	18,781	6,270	18,781	6,270	18,781	6,270	18,781										
14	DVD	ดีวีดี	42	105	42	105	42	105	42	105	42	105	42	105	42	105										
15	Fic	Fiction	1,129	1,317	1,128	1,316	1,128	1,316	1,128	1,316	1,128	1,316	1,128	1,316	1,128	1,316										
16	Harddisk	Harddisk	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10										
17	Headphone	Headphone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	28										
18	IPad	iPad	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40										
19	Keyboard	Keyboard	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10										
20	KMl	ทรัพยากรสารานุกรมสหราชอาณาจักร	210	292	229	317	229	317	229	317	236	326	236	326	237	327										
21	MOuse	MOuse	-	-	2	27	2	27	2	27	2	27	2	27	2	27										
22	Notebook	Notebook	1	20	2	27	2	27	2	27	2	27	2	27	2	27										
23	Pencil	Pencil	1	10	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40										
24	Plug	สายไฟปลั๊ก	-	-	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50										
25	RCH	งานวิจัย	2,527	2,930	2,542	2,911	2,533	2,902	2,506	2,859	2,485	2,831	2,463	2,797	2,462	2,796										
26	TC	เทคโนโลยี	305	1,326	305	1,326	305	1,326	305	1,326	305	1,326	305	1,326	305	1,326										
27	Thesis	Thesis	549	559	549	559	549	559	549	559	549	559	549	559	548	558										
28	VC	วิดีโอ	968	1,832	968	1,832	968	1,832	968	1,832	968	1,832	968	1,832	968	1,832										
29	Webcam	Webcam	1	75	1	75	1	75	1	75	1	75	1	75	1	75										
30	Ebook	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	8,926	9,826	8,996	8,996	9,163	9,163	9,168	9,168	9,279	9,279	9,363	9,363	9,358	9,358										
31	EThesis	ปริยญาณ์นิต/วิทยานิพนธ์อิเล็กทรอนิกส์	15,008	15,008	15,465	15,465	19,998	19,998	20,110	20,110	20,841	20,841	21,223	21,223	21,943	21,943										
32	EResearch	งานวิจัยอิเล็กทรอนิกส์	881	881	943	943	1,080	1,080	1,082	1,082	1,169	1,169	1,313	1,313	1,313	1,313										
33	EArticle	บทความอิเล็กทรอนิกส์	-	-	-	-	-	-	-	-	62	62	62	62	62	62										
รวมทั้งหมด			104,320	123,242	104,761	122,876	109,235	127,282	109,174	127,209	109,535	127,488	109,633	127,564	109,525	127,424	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2 สิ่งอำนวยความสะดวก

2.2.1 หอสมุดกลาง



2.2.1 ห้อง CO-working space ของภาควิชา



3. การประกันคุณภาพการศึกษา



รายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับหลักสูตร ปีการศึกษา 2563

คณะวิศวกรรมศาสตร์

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี (นานาชาติ)

วันที่ 1 มิถุนายน 2564

รายนามกรรมการ	หน่วยงาน	ลายมือชื่อ
1 นายวัฒนา โอบานนท์อมตะ	บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)	ผ่านโปรแกรม google meet
2 ดร.เทวรักษ์ ไรจนะพุกษ์	บริษัท ยูไนเต็ด เพาเวอร์ ออฟ เอเชีย จำกัด (มหาชน)	ผ่านโปรแกรม google meet
3 ดร.สิวิษ เต็งสุวรรณ	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)	ผ่านโปรแกรม google meet
4 นางสาววัลภา ไสภิสเชื่อนพันธ์	บริษัท โกลบอลกรีนเคมิคอล จำกัด (มหาชน)	ผ่านโปรแกรม google meet

ข้อเสนอแนะจากกรรมการ

ลำดับ	ประเด็นการประเมิน	ข้อเท็จจริงที่พบจากการตรวจประเมิน	ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง
1	ความเหมาะสมวัตถุประสงค์ของหลักสูตรสำหรับวิชาชีพในปัจจุบัน	1.วัตถุประสงค์ของหลักสูตรสามารถตอบสนองความต้องการของ องค์กร ภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องในการใช้ประโยชน์จากบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตร ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากหลักสูตรถือว่ามีปรับปรุง สืบเปลี่ยนรายวิชาให้สอดคล้องกับองค์ความรู้ ทักษะ ที่บัณฑิตควรจะต้องมีเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเข้าไปเริ่มทำงาน และมีรายวิชาที่	1.ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของ Global Trend ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมอย่างยิ่ง ดังนั้น ภาควิชา อาจพิจารณาปรับเปลี่ยนวัตถุประสงค์ของหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับแนวโน้ม ทิศทางของภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรมในอีก 5-10 ปี ข้างหน้า 2. we should let the graduates to learn about culture

ลำดับ	ประเด็นการประเมิน	ข้อเท็จจริงที่พบจากการตรวจประเมิน	ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง
		<p>เป็นจำเป็นและเป็นพื้นฐานสำหรับวิศวกรรมเคมีครบถ้วน</p> <p>2.The 4-course objectives are suitable - the 1st objective seems to stress out in the technical requirements to be used for the working in the industries whereas the 4th objective is good for the current generation that we need them to be lifelong learning.</p>	<p>differences in order to prepare them to be ready for working in multi-national environment</p>
2	<p>ความเหมาะสมของผลลัพธ์การศึกษาของนักศึกษาของหลักสูตรสำหรับวิชาชีพในปัจจุบัน</p>	<p>1.หลักสูตรมีคาดหวังว่าบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรจะมีความรู้ ความชำนาญ ความสามารถ และความประพฤติตามผลลัพธ์นั้นในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเคมีได้เป็นอย่างดี</p> <p>2.ผลลัพธ์ของการศึกษา link กับวัตถุประสงค์การศึกษา</p>	<p>1.พิจารณาเพิ่มแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาขีดความสามารถในด้านที่เป็น Soft Skills ต่างๆ รวมไปถึง Presentation & Communication Skill ให้กับบัณฑิต</p> <p>2."อยากเสนอให้มีส่วนเพิ่มเติม (ดังที่ได้แสดงความเห็นไปในข้อที่แล้ว) คือ หากมีในเรื่องของการเปิดโลกทัศน์ว่าใน regional or international - สาขาวิชาชีพที่วิศวกรรมเคมีสามารถทำงานได้มีอะไรบ้าง ก็อาจจะมีส่วนเพิ่มเติมในเรื่องของผลลัพธ์การศึกษา เช่น</p> <p>a) students can adapt the basic knowledges in chemical engineering to the business</p>

ลำดับ	ประเด็นการประเมิน	ข้อเท็จจริงที่พบจากการตรวจประเมิน	ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง
			<p>opportunity seeking</p> <p>b) students can adapt the chemical engineering knowledges to the economic consideration process</p> <p>etc</p>
3	<p>โครงสร้างรายวิชาเชื่อมโยงไปสู่ผลลัพธ์การศึกษาเฉพาะของหลักสูตรเพียงใด</p>	<p>1.รายวิชาของหลักสูตรมีปริมาณที่เพียงพอ เหมาะสม และทันสมัยสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์การศึกษาที่ตั้งไว้ และนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมเคมีได้เป็นอย่างดีเนื่องจากมีรายวิชาที่เป็นจำเป็นและเป็นพื้นฐานสำหรับวิศวกรรมเคมีครบถ้วน และนอกจากนี้ยังจัดให้มีการเรียนการสอนในรายวิชาที่บัณฑิตฯ ควรจะมีความรู้ นอกเหนือไปจากรายวิชาการหลัก เช่น วิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม Introduction to Chemical Eng รวมไปถึงรายภาษาอังกฤษ</p> <p>2.the subject sets are adequate</p>	<p>1.ภาควิชาฯ อาจจะพิจารณาเพิ่มรายวิชาเลือกที่สอดคล้องกับ Mega Trend ให้เป็นแนวทางในเบื้องต้นสำหรับนักศึกษาที่จบหลักสูตร อาทิ Basic Finance for Engineer, Alternative Energy, Biotechnology, Circular Economy and Global Climate เป็นต้น ซึ่งวิชาเลือกเหล่านี้จะเป็นข้อได้เปรียบให้กับนักศึกษาอีกทางหนึ่ง</p> <p>2.อยากให้เพิ่มวิชาที่เกี่ยวกับ safety in process design ที่จะทำให้เห็นภาพให้ครบถ้วนในด้าน การออกแบบ/การทำงานใน industry</p>
4	<p>ทักษะทางวิชาชีพที่อาจารย์ควรได้รับการพัฒนา</p>	<p>1.อาจารย์ผู้สอนได้รับการพัฒนาทักษะที่เหมาะสมและทันสมัยเพื่อพร้อมต่อการให้ความรู้แก่นักศึกษาให้บรรลุผลลัพธ์การศึกษาของหลักสูตรในระดับที่เหมาะสม</p> <p>2.อาจารย์ผู้สอนได้มีการเข้ารับการ</p>	<p>1.ในกรณีที่ต้องการที่จะ educate นักศึกษาในสาขาวิชาที่ขาดแคลน บุคลากร อาจจะพิจารณาแนวทางที่จะเชิญอาจารย์พิเศษที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านหรือในสาขานั้นๆ จาก องค์กร หรือ ภาคเอกชน</p>

ลำดับ	ประเด็นการประเมิน	ข้อเท็จจริงที่พบ จากการตรวจประเมิน	ข้อเสนอแนะ สำหรับการปรับปรุง
		อบรม ทั้งในด้าน technical และ ด้าน industrial situation	2. ในแง่ของการเป็นหลักสูตร อินเตอร์ ก็น่าจะเปิดโลกทัศน์ใน ด้านของ international ให้ นักศึกษามากขึ้น เช่น เรื่อง industry trend in Regional เพื่อให้เห็นภาพกว้างว่า trend ของตลาดอุตสาหกรรมจะไปใน ทิศทางใด เนื่องจากการเรียน ปริญญาตรีอาจเป็นขั้นต้นที่น้องๆ อาจจะต่อยอดไปยังสาขาอื่นที่ ค้นพบความสนใจต่อไปได้
5	ความเหมาะสมของ สภาพแวดล้อม ห้องเรียน และ ห้องปฏิบัติการ	1.ภาควิชาฯ มีสภาพแวดล้อม ห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ ใน ปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมที่ จะช่วยกระตุ้นและก่อให้เกิด บรรยากาศในการเรียนรู้ การพัฒนา ความรู้วิชาการ ตลอดจนกิจกรรม การต่างๆ อย่างต่อเนื่อง 2.same comments with หลักสูตร วิศวกรรมเคมีปกติ	1.พัฒนาระบบการเรียน การสอน การปฏิบัติงาน โดยนำเอา เทคโนโลยีต่างๆ มาช่วย เช่น ระบบ Teleconference ระบบ Online Classroom / Training ตลอดจนระบบ Virtual Reality ที่ อาจจะนำมาประยุกต์ใช้ในการ เข้าไปเยี่ยมชม Plant tour หรือ Site Visit แบบ Online ได้ 2.same comments with หลักสูตรวิศวกรรมเคมีปกติ
6	เครื่องมือ อุปกรณ์ Software ที่ ใช้ในการเรียนการสอน (ใน รายวิชาที่ตอบผลลัพธ์การศึกษา ของหลักสูตร)	1.เครื่องมือ อุปกรณ์ Software ที่ใช้ ในการเรียนการสอนมีความ เหมาะสม ในระดับที่ยอมรับได้ น่าจะสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์ การศึกษาของหลักสูตร และ เสริมสร้างทักษะที่ตอบสนองความ ต้องการของภาคอุตสาหกรรมได้ใน	1.ภาควิชาฯ อาจจะพิจารณาเพื่อ ติดต่อหรือแสดงความต้องการใช้ เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือ Software ต่างๆสำหรับพัฒนาบัณฑิตไปยัง ภาคอุตสาหกรรมหรือภาคธุรกิจ 2.same comments with หลักสูตรวิศวกรรมเคมีปกติ

ลำดับ	ประเด็นการประเมิน	ข้อเท็จจริงที่พบ จากการตรวจประเมิน	ข้อเสนอแนะ สำหรับการปรับปรุง
		ระดับหนึ่ง 2.same comments with หลักสูตร วิศวกรรมเคมีปกติ	
7	ข้อเสนอแนะอื่นๆ		1."อาจจัดให้มีการแลกเปลี่ยนไป เรียนที่มหาวิทยาลัยของ ต่างประเทศ ในช่วงปี 3-4 เพื่อให้ เห็นถึงการเรียน/การใช้ชีวิตใน ต่างประเทศที่แท้จริงรวมถึงการ หาสถานที่ฝึกงานที่เป็น ต่างประเทศเพื่อให้มีโอกาสได้ฝึก/ ปรับตัวเช่นกัน"

ภาคผนวก 1 เอกสาร/หนังสือที่สภาสถาบันการศึกษานุมัติหลักสูตร

มติสภาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ครั้งที่ ๓ / ๒๕๖๓

วันอังคารที่ ๒๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขออนุมัติหลักสูตร

ขอเสนอที่ประชุมสภาสถาบันเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ ดังนี้

๑. ขอเสนอที่ประชุมสภาสถาบันเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติหลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณี
กระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๔ หลักสูตร หลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีไม่กระทบกระเทือน
โครงสร้าง) จำนวน ๙ หลักสูตร และหลักสูตรวิชาโท จำนวน ๒ หลักสูตร รวมจำนวน ๑๕ หลักสูตร

๒. ขออนุมัติยกเลิกหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
อัจฉริยะ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓) ฉบับที่ผ่านความเห็นชอบจากสภาสถาบัน ตามมติสภา
สถาบัน ครั้งที่ ๑๐/๒๕๖๒ และให้ใช้เล่มฉบับปรับปรุงใหม่

ประกอบด้วย

๑. หลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีกระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๔ หลักสูตร
ประกอบด้วย

๑.๑ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน ๓ หลักสูตร

๑) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมและโครงข่าย (หลักสูตร
ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓)

๒) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอัจฉริยะ (หลักสูตรปรับปรุง
พ.ศ. ๒๕๖๓)

๓) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม (หลักสูตรปรับปรุง
พ.ศ. ๒๕๖๓)

๔) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี (หลักสูตรนานาชาติ) (หลักสูตร
ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓)

๕) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์
(หลักสูตรนานาชาติ) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓)

๖) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓)

๗) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (หลักสูตรนานาชาติ) (หลักสูตร
ปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓)

๑.๒ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน ๑ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (๕ ปี) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓)

๒. หลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีไม่กระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๙ หลักสูตร ประกอบด้วย

๒.๑ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน ๒ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ (หลักสูตรนานาชาติ) (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๐)
๒) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ (หลักสูตรนานาชาติ) (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๑)

๒.๒ คณะวิทยาศาสตร์ ระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน ๒ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์ (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๐)
๒) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๐)

๒.๓ คณะศิลปศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน ๑ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการท่องเที่ยวและบริการ (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๑)

๒.๔ คณะบริหารธุรกิจ ระดับปริญญาตรี จำนวน ๑ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต (หลักสูตรนานาชาติ) (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๐)

๒.๕ วิทยาลัยอุตสาหกรรมการบินนานาชาติ ระดับปริญญาตรี จำนวน ๒ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ (หลักสูตรนานาชาติ) (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๑)
๒) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการบินและนักบินพาณิชย์ (การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๖๑)

๒.๖ สำนักวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

- ๑) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป ฉบับปี พ.ศ. ๒๕๕๙

๓. หลักสูตรวิชาชีพ จำนวน ๒ หลักสูตร ประกอบด้วย

๓.๑ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน ๑ หลักสูตร

- ๑) หลักสูตรวิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้า (Electrical Automotive Engineering)

๓.๒ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน ๑ หลักสูตร

๑) หลักสูตรเทคโนโลยีพอลิเมอร์ (Polymer Technology)

โดยมีรายละเอียดดังนี้

ด้วยคณะกรรมการประจำสำนัก/คณะ/วิทยาลัย ได้เสนอขอความเห็นชอบหลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีกระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๘ หลักสูตร หลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีไม่กระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๙ หลักสูตร และหลักสูตรวิชาโท จำนวน ๒ หลักสูตร รวมจำนวน ๑๙ หลักสูตร โดยผ่านการพิจารณากลับกรองจากคณะกรรมการต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ดังนี้

๑. ที่ประชุมคณะกรรมการสภาวิชาการ ครั้งที่ ๖/๒๕๖๓ เมื่อวันที่ ๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๓ ได้พิจารณาและมีมติให้ความเห็นชอบหลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีกระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๘ หลักสูตร หลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีไม่กระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๙ หลักสูตร และหลักสูตรวิชาโท จำนวน ๒ หลักสูตร รวมจำนวน ๑๙ หลักสูตรดังกล่าวแล้ว

๒. ที่ประชุมคณะกรรมการสภาสถาบันเพื่อพิจารณาด้านวิชาการ ครั้งที่ ๓/๒๕๖๓ เมื่อวันที่ ๓ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ ได้พิจารณาและมีมติ ดังนี้

๑) เห็นชอบหลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีกระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๘ หลักสูตร หลักสูตรปรับปรุงแก้ไข (กรณีไม่กระทบกระเทือนโครงสร้าง) จำนวน ๙ หลักสูตร และหลักสูตรวิชาโท จำนวน ๒ หลักสูตร รวมจำนวน ๑๙ หลักสูตร ดังกล่าวแล้ว

๒) เห็นชอบการยกเลิกหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอัจฉริยะ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓) ฉบับที่ผ่านความเห็นชอบจากสภาสถาบัน ตามมติสภาสถาบัน ครั้งที่ ๑๐/๒๕๖๒ และให้ใช้เล่มฉบับปรับปรุงใหม่ตามมติข้อ ๑

๓) ให้เสนอสภาสถาบันเพื่อโปรดพิจารณา

มติที่ประชุม

๑. อนุมัติหลักสูตรตามที่เสนอ

๒. อนุมัติยกเลิกหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรอัจฉริยะ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๓) ฉบับที่ผ่านความเห็นชอบจากสภาสถาบัน ตามมติสภาสถาบัน ครั้งที่ ๑๐/๒๕๖๒ และให้ใช้เล่มหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ที่ขอเสนออนุมัติสภาสถาบันในครั้งนี้อย่างแทน

ลงชื่อ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณญา วลัยรัชต์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและต่างประเทศ

เลขานุการสภาสถาบัน

ภาคผนวก 2 รายละเอียดของหลักสูตร (มคอ.2)
ฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการอนุมัติจากสภาสถาบันการศึกษา



Bachelor of Engineering Program in
Chemical Engineering
(International Program)
(2020 Revision)

Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
(Certified by Council of Engineering)

Contents

Part 1 General Information	5
1. Program title	5
2. Degree title	5
3. Major or minor subjects (if any)	5
4. Total number of credits	6
5. Program characteristics	6
6. Program status and approval	6
7. Expected year that the program be published by the Commission of Higher Education	6
8. Possible careers for the graduates	7
9. List of the program faculty committees	7
10. Place of instruction	8
11. External contexts or developments affecting program planning	8
12. Impacts of 11.1 and 11.2 on the development of the program and relevance to the missions of the Institute	9
13. Cooperation with the other programs within the Institute	10
Part 2 Program Specific Information	11
1. Philosophy, significance, and objectives of the program	11
2. Plan of development and revision	12
3. Expected Learning Outcomes	14
Part 3 Academic System, Implementation, and Structure of the Program	15

Contents (cont.)

1. Academic system	15
2. Program operations	15
3. Curriculum and Lecturers	18
Part 4 Learning Outcomes	43
1. Learning Outcomes	43
2. Development of the learning outcomes in each domain of learning	44
3. Mapping describing the distribution of the learning outcomes from the program level to the course level (Curriculum Mapping)	45
Part 5 Student Assessment Criteria	51
1. Regulations and criteria for grading	51
2. Verification of the standards of student achievements	51
3. Graduation requirements	52
Part 6 Academic Staff Development	53
1. Preparatory activities for new academic staff members	53
2. Knowledge and skills development for academic staff	53
Part 7 Program Quality Assurance	55
1. Standardization	55
2. Graduates	55
3. Students	56
4. Instructors	56
5. Curriculum, Teaching, and Assessment of Students	56

Contents (cont.)

6. Educational Resources	57
7. Key Performance Indicators	58
Part 8 Program Evaluation and Improvement	61
1. Assessment of Teaching Effectiveness	61
2. Evaluation of the Program as a Whole	61
3. Evaluation of the Operation According to the Details of the Program	61
4. Revision of the Evaluation and Improvement Plan	62
Appendix A Regulation of King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559	64
Appendix B Proclamation of King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang on the Registration across the Institutes of Higher Education	84
Appendix C Course Descriptions	89
Appendix E Bibliography of Program Faculty Members’ Academic Publications	118
Appendix F Reasons for the Revision of Curriculum	123
Appendix G List of Program Development Committees	130

Bachelor of Engineering Program in Chemical Engineering
(International Program)
2020 Revision

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Faculty/Campus/College Faculty of Engineering
Program Code XXXXXXXXXXXXX

Part 1 General Information

1. Program title

Title (Thai) : หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี
(หลักสูตรนานาชาติ)

Title (English) : Bachelor of Engineering Program in Chemical Engineering
(International Program)

2. Degree title

Full Title (Thai) : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเคมี)

(English) : Bachelor of Engineering (Chemical Engineering)

Abbreviation (Thai) : วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี)

(English) : B.Eng. (Chemical Engineering)

3. Major or minor subjects (if any)

-

4. Total number of credits

148 CP

5. Program characteristics

5.1 Program type

4-year full-time undergraduate program

5.2 Language of instruction

English

5.3 Admission

Both Thai and non-Thai students

5.4 Cooperation with other institutions

Solely run by Faculty of Engineering KMITL

5.5 Degree conferment

Bachelor of Engineering in Chemical Engineering conferred by KMITL.

6. Program status and approval

This revision of the program is expected to take effect in Semester 1/2020 (August 2020).

Deliberated and endorsed by the University Academic Committee in the 6 / 2563 meeting on 23 June 2020

Approved by the University Council in the 7 / 2563 meeting on 21 August 2020

7. Expected year that the program be published by the Commission of Higher Education

The curriculum is ready be published with the quality and standard follow the Thai Qualification Framework for Higher Education (TQF) in Engineering in 2010 in 2020, as well as accredited by ABET in 2022.

8. Possible careers for the graduates

- Chemical Engineer
- Process Engineer
- Project Engineer
- Production Engineer
- Technical Service Engineer
- Purchasing Engineer
- Quality Assurance Engineer
- Utility Engineer
- Safety Engineer
- Process Technologist
- Researcher

9. List of the program faculty committees

Name	Qualification (Field of study), Year of Graduation	Place of Graduation
1. Asst. Prof. Dr. Patthranit Wongpromrat (Chemical Engineering) 1-1007-00918-67-9	D.Eng. (Chemical Engineering), 2016 Ph.D. (Engineering – Mechanics, Materials, Civil Engineering and Electrochemistry), 2015 M.Eng. (Chemical Engineering), 2012 B.Eng. (Chemical Engineering), 2010	KMITL Grenoble Alpes University, France KMITL KMITL
2. Asst. Prof. Dr. Apinan Namkanisorn (Chemical Engineering) 3-2297-00031-19-8	Ph.D. (Chemical Engineering), 2001 M.S. (Chemical Engineering), 1996 B.S. (Chemical Engineering), 1994	Lehigh University, USA Lehigh University, USA University of Minnesota, USA

Name	Qualification (Field of study), Year of Graduation	Place of Graduation
3. Asst. Prof. Dr. Kunlanan Kiatkittipong (Chemical Engineering) 1-1004-00102-38-0	Ph.D. (Chemical Engineering), 2012 B.Sc. (Chemical Engineering), 2008	The University of New South Wales, Australia Chulalongkorn University
4. Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna (Chemical Engineering) 1-4499-00091-79-0	Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering), 2016 M.Sc. (Chemical and Biochemical Engineering), 2014 B.Eng. (Chemical Engineering), 2009	Technical University of Denmark, Denmark Technical University of Denmark, Denmark KMITL
5. Asst. Prof. Dr. Thachanan Samanmulya (Chemical Engineering) 1-6099-900-17-14-2	D.Eng. (Mechanical Science and Engineering), 2014 M.Eng. (Chemical Engineering), 2009 B.Eng. (Chemical Engineering), 2006	Hiroshima University, Japan Chulalongkorn University Srinakarinwirot University

10. Place of instruction

Main campus of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang in Bangkok

11. External contexts or developments affecting program planning

11.1 Economic contexts or developments

As the leading country in ASEAN, Thailand needs to develop scientist and technologist to serve the large-scale economy on an international level. The petroleum, chemical, and petrochemical industries have been the major contributors toward the country GDP for over 30 years. The continuous growing of these industries combines with the sustainability development trend require chemical engineer competencies to help

researching, designing, managing, and maintaining the prosperity of the industries and the country as whole.

11.2 Social and cultural contexts or developments

As the information era is becoming mature, the changes in the society toward the knowledge achievement are unavoidable; the program also has to be kept refreshing to meet the expected changes.

12. Impacts of 11.1 and 11.2 on the development of the program and relevance to the missions of the Institute

12.1 Impacts on the development of the program

12.1.1. To develop the Bachelor of Engineering Program that responds to the country's long-term sustainable development economy. The main target is to make Thai engineers who can indicate and design the needed technologies.

12.1.2. To produce the graduates that is ready to become members of the ASEAN Community of the country. The Faculty of Engineering aims to ensure that all students are able to use English as required.

12.1.3. To develop the Bachelor of Engineering program responsible to the changing nature of the learner. The new curriculum is focused to produce graduates with life-long learning potential.

12.2 Relevance to the missions of the Institute

From the mission of the King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, there are 4 items.

- 1) Teaching management
- 2) Research
- 3) Academic Services
- 4) Preserve art and culture.

This is a mission leading to a vision to become a leading educational institution that focuses on scientific and technological research for innovation and knowledge with wisdom and artistry in the development of the nation to international level. Therefore, the development of international curriculum with international standards will make the teaching and learning process more modern in technological development which strengthens the institution. In addition to extracurricular activities, there are also academic services to society including activities that maintain moral and ethical. Therefore, the undergraduate degree program in chemical engineering is now then opened to promote the development of human resources in the country to have the knowledge and ability to conduct research and apply knowledge to the commercial and social development. The program is under the ethical framework that follows the policy strategy of university and nation development.

13. Cooperation with the other programs within the Institute

13.1 Course groups or courses in this program that are taught by other programs or other academic units

- General Education Courses
- Specific Courses
- Free Elective Courses

13.2 Course groups or courses in this program that are offered to other programs

None

13.3 Management of the cooperation

The program committees are assigned. They will be responsible for coordinating with School of Internation and Interdisciplinary Engineering (SIIE), finding and contacting the lecturers who both belong to our department, institutes and others.

Part 2 Program Specific Information

1. Philosophy, significance, and objectives of the program

1.1 Philosophy

To produce graduates who have the knowledge and ability in chemical engineering. The graduates must be able to analyze, design, develop, and apply the integrate chemical engineering theories and the practical experience in problem solving. The program lets the learner learn from the project-based training. This course will apply the concept of 21st century learning to instill in students to have creativity, ability to think critically, communication skills and skills to work with others, the idea of innovation and eagerness to learn. The graduates will have an awareness of economic and social issues which can integrate multiple technologies.

1.2 Significance

Produce graduates who can become integral part for the development of the country with ethical attitude.

1.3 Objectives

1.3.1 Graduates attain rewarding professional careers in industry or government as practicing chemical engineers in related fields (chemicals, polymers/advanced materials, biotechnology, oil and gas, pharmaceuticals, food processing, energy, microelectronics, or environmental engineering).

1.3.2 Graduates attain advanced studies in disciplines such as Chemical Engineering, Environmental Engineering, Medicine, Law, or Business.

1.3.3 Graduates assume positions of leadership.

1.3.4 Graduates are committed to lifelong learning throughout their careers.

2. Plan of development and revision

Revision/Development Plan	Strategy	Evidence/Indicator
1. The curriculum development plan and teaching and learning management are of international standard.	1.1 Improve outcome-based engineering curriculum according to the standard framework of higher education 1.2 Conduct teaching and learning emphasizing on learner as a center and active learning 1.3 Improve teaching and learning in both horizontal and vertical integration of courses 1.4 Conduct teaching and learning in authentic learning or work integrated learning 1.5 Use PBL (problem-based learning / project-based learning) 1.6 Organize in Service-Learning aspect. 1.7 Assess learning outcomes using outcome-base	1.1 Bachelor of Engineering Program meets standard framework of higher education. 1.2 Number of courses with active learning of 50% or more of class time 1.3 Number of courses with integrated teaching 1.4. Number of courses that take authentic learning or work integrated learning courses from 20% or more of class time. 1.5. The number of courses that lead PBL (problem based learning / project based learning) approach is 50% or more of class time. 1.6 Number of project that Service learning Projects 1.7 Satisfaction of Engineering Graduate Students on Teaching and Curriculum Management 1.8 Satisfaction of Graduate employer towards Graduate School of Engineering

Revision/Development Plan	Strategy	Evidence/Indicator
2. Development plan for engineering education / active learning / 21st century skills/ Desirable characteristics of Graduate student from faculty of Engineering, KMITL	2.1 Development of basic education knowledge for new faculty members (New Staff Workshop) 2.2 The development of teaching and evaluation for faculty members	2.1 Percentage of new instructors trained 2.2 Percentage of trained instructors 2.3 The results of the teacher's teaching evaluation by students.
3. Student Development Plan	3.1 Encourage students to have moral, ethical, volunteer and professional ethics. 3.2 Promoting student to have leadership and to know about teamwork	3.1 Number of activities that encourage students to be ethical 3.2 Number of courses that promote morality, ethics, volunteerism, and professional ethics. 3.3 Number of courses assigned to students working in groups and presentation
4. Research Plan for Engineering Education	4.1 Establishment of an agency to promote engineering, education and research in engineering education. 4.2. Support budget and resources for research in engineering education.	4.1 Number of researches in engineering science

3. Expected Learning Outcomes

Year	Expected Learning Outcome
1 st	<ul style="list-style-type: none"> - Students can interpret and describe the basic knowledge of Science, Mathematics, Engineering and apply the knowledge for the further study. - Students can recognize the value of moral system, ethics, honesty, self-responsibility, and social responsibility. - Students can communicate effectively in English. - Students can summarize the subjects among the core of chemical engineering and relate them to the chemical engineering career paths.
2 nd	<ul style="list-style-type: none"> - Students can explain and exercise basic knowledge in chemical engineering. - Students can describe necessary phenomenas including thermodynamics, fundamental momentum, heat, and mass transfers; and calculate the said phenomenas.
3 rd	<ul style="list-style-type: none"> - Students can assign the fundamental phenomena for the calculation and design of reactors, and mechanical, thermal, and equilibrium separation units. - Students can recognize and employ the concept of sustainability developments in the design of unit operations. - Students can demonstrate the principle of economic assessment. - Students can explain the fundamental of process operations; identify the disturbances; and manage to control them. - Students can integrate the knowledges in units design and operation, sustainability design and development, and economic assessment to analyze the chemical and the related production processes.
4 th	<ul style="list-style-type: none"> - Students can design the chemical and the related production process with the combined knowledge of the prior years. - Students can solve the industrial problems.

Part 3 Academic System, Implementation, and Structure of the Program

1. Academic system

1.1 System

It is a bi-semester system per academic year. In each semester, there are at least 15 weeks. For summer courses, the teaching plan will be equivalent with the typical semester.

Any rules follow The Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559 (Appendix A).

1.2 Special term (Summer)

Special term (Summer) can be held with 8 weeks per semester.

1.3 Credit equivalence to semester system

Not applicable

2. Program operations

2.1 Teaching schedule

- Semester 1: Aug – Dec
- Semester 2: Jan – May
- Special Semester: Jun – Jul
- Typical class hours: Mon – Fri: 09.00 – 16.00 (Some classes and learning activities may be held outside of these hours and possibly at weekends.)

2.2 Admission requirements

Admitted applicants are expected to satisfy all admission requirements specified in the Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559 (Appendix A). In addition, they are required to satisfy all of the following:

1. Having graduated from a high/secondary school (or equivalent) with a qualification that is considered equivalent to Mathayom 6 according to the relevant announcements on the equivalence of academic qualifications by the Ministry of Education of Thailand

- OR-

Transferring from another program of study (in some other institute of higher education) that is of the same academic level

2. Having good skills of mathematics
3. Having good skills of English for academic purposes

2.3 Expected problems with the new students

— Some new students may have difficulties in understanding lecture or in communicating with colleagues or staff.

— Some new students may not have sufficient knowledge of mathematics and/or skills in mathematical problem solving.

— New students may be unfamiliar with university study. Particularly, they must be responsible for their learning.

— The new students who have moved from home to live in an accommodation close to the university will typically have more freedom in living their lives and, consequently, some of those students may have problems in managing their time and the balance between study and other activities.

2.4 Strategies for solving the problems stated in Section 2.3

— Evaluate the applicants' knowledge and skills of English language and mathematics.

— Provide remedial English language courses for the new students who are weak in English.

— Organize a pre-session course to lay foundational skills and knowledge for studying in the program and get them accustomed to university lecture.

- Organize an orientation session for the new students, including an introduction to university study and advice on planning their study and future careers.
- Provide an academic advisor for each student who is responsible for monitoring the student's academic progress and providing the advices to the students.

2.5 Five-year admission and graduation plan

Number of Students	Academic Year				
	2020	2021	2022	2023	2024
Year 1	40	40	40	40	40
Year 2	14	40	40	40	40
Year 3	19	14	40	40	40
Year 4	4	19	14	40	40
Total	77	113	134	160	160
Expected number of graduates	4	19	14	40	40

2.6 Budget plan

Fiscal Year	2020	2021	2022	2023	2024
A. Personnel					
Compensations for visiting lecturers	2,000,000	4,000,000	6,000,000	8,000,000	8,000,000
B. Investment					
Durable articles	3,000,000	6,000,000	10,000,000	12,000,000	12,000,000
C. Operations					
General expenses	2,000,000	5,000,000	7,000,000	10,000,000	10,000,000
Materials	2,000,000	4,000,000	5,000,000	8,000,000	8,000,000
Marketing	500,000	500,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Staff development	500,000	500,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
Total	10,000,000	20,000,000	30,000,000	40,000,000	40,000,000
Total number of students	77	113	134	160	160
Cost per student	129,870	176,991	223,880	250,000	250,000

Estimated average cost per student is 217,391 Baht/Student/Year

2.7 Delivery modes

On-campus face-to-face instruction, supplemented by active learning activities, practical laboratory sessions, and tutorial sessions.

2.8 Transfer of courses and credits and cross-university registration (if any)

These can be carried out according to the Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559 (Appendix A) and the Proclamation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Cross-University Registration (Appendix B).

3. Curriculum and Lecturers

3.1 Curriculum

3.1.1	Total credit points	148	credits
3.1.2	Structure of the curriculum		
a).	General education courses	30	credits
b).	Specific courses	112	credits
	Mandatory courses		
-	Basic science and mathematics courses	31	credits
-	Basic engineering courses	12	credits
-	Chemical engineering core courses	60	credits
-	Alternative study	6	credits
	Selective courses	3	credits
c).	Free elective courses	6	credits

3.1.3 Subjects

a). General education courses 30 credits

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006500	ACADEMIC LISTENING AND SPEAKING *AUDITS*	4(4-0-8)
01006501	ACADEMIC READING AND WRITING *AUDITS*	4(4-0-8)
01006502	PROFESSIONAL ETHICS	3 (3-0-6)
01006503	INTRODUCTION TO PSYCHOLOGY	3 (3-0-6)
01006504	PHILOSOPHY OF SCIENCE	3 (3-0-6)
01006505	CREATIVE THINKING	3 (3-0-6)
01006506	CRITICAL THINKING	3 (3-0-6)
01006507	PERSONAL ECONOMICS	3 (3-0-6)
01006508	DIGITAL ECONOMY	3 (3-0-6)
01006509	ENGINEERING AND PUBLIC POLICY	3 (3-0-6)
01006510	INTRODUCTION TO ECONOMICS	3 (3-0-6)
01006511	THAI SOCIETY AND CULTURE	3 (3-0-6)
01006512	ASIAN STUDY	3 (3-0-6)
01006513	INTERPRETATION AND ARGUMENTS	4 (4-0-8)
01006514	INNOVATIVE COMMUNICATION	4 (4-0-8)
01006515	DESIGN METHODS FOR INNOVATIONS	4 (4-0-8)
01006516	INNOVATION MANAGEMENT	4 (4-0-8)
01006517	LEAN STARTUP AND AGILE BUSINESS	4 (4-0-8)
01006518	EMERGING TRENDS IN ENGINEERING	1 (1-0-2)
01006519	INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL PRINCIPLES	3 (3-0-6)
01006520	LEADERSHIP AND PERSONAL DEVELOPMENT	3 (3-0-6)
01006521	MEDITATION FOR LIFE DEVELOPMENT	3 (3-0-6)

b). Specific courses

Specific courses are categorized into 4 groups of mandatory courses and selective course as follow.

Mandatory courses

- Basic science and mathematics courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006723	General physics 1	3(3-0-6)
01006724	General physics laboratory 1	1(0-3-2)
01006725	General physics 2	3(3-0-6)
01006726	General physics laboratory 2	1(0-3-2)
01006727	General chemistry	3(3-0-6)
01006728	General chemistry laboratory	1(0-3-2)
01006710	Introduction to calculus	3(3-0-6)
01006711	Advanced calculus	3(3-0-6)
01006717	Differential equations	3(3-0-6)
01366111	Chemistry for chemical engineering	3(3-0-6)
01366112	Chemistry laboratory for chemical engineering	1(0-3-2)
01366121	Applications of numerical methods	3(3-0-6)
01366122	Introduction to probability and statistics	3(3-0-6)

- Basic engineering courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006801	Introduction to engineering programming	3(2-2-5)
01006802	Engineering drawing	3(2-2-5)
01006803	Engineering mechanics	3(3-0-6)
01006804	Engineering materials	3(3-0-6)
01006805	Industrial internship	0(0-45-0)

- Chemical engineering core courses

In this category, the subjects are sub-divided into 7 groups.

(i) Basic chemical engineering courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366221	Introduction to chemical engineering	3(3-0-6)
01366222	Principle calculation in chemical engineering	3(3-0-6)
01366223	Thermodynamics	3(3-0-6)
01366224	Chemical engineering thermodynamics	3(3-0-6)

(ii) Transport phenomena courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366321	Fluid mechanics	3(3-0-6)
01366322	Heat transfer	3(3-0-6)
01366323	Mass transfer	3(3-0-6)

(iii) Equipment and instrumentation courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366421	Chemical process instrumentation	3(3-0-6)
01366431	Chemical engineering kinetics and reactor design	3(3-0-6)
01366432	Mechanical and thermal separations	3(3-0-6)
01366433	Chemical engineering laboratory 1	1(0-3-2)
01366434	Thermodynamic separations	3(3-0-6)
01366435	Chemical engineering laboratory 2	1(0-3-2)

(iv) Chemical engineering integration courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366531	Chemical engineering processes	3(3-0-6)
01366532	Chemical process simulation	3(3-0-6)
01366533	Process dynamics and control	3(3-0-6)
01366534	Plant visit	1(0-3-2)
01366535	Bioprocessing	3(3-0-6)

(v) Management courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366631	Process safety and waste management	3(3-0-6)
01366632	Engineering economics	3(3-0-6)

(vi) Capstone courses

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366741	Capstone project for chemical engineering plant design	3(3-0-6)
01366742	Capstone project for industrial problem solving	3(3-0-6)

- Alternative study

There are 3 choices for alternative study: Special project, Cooperative education and Study aboard. The students must decide to choose 1 from 3 choices below.

(i) Special project

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366541	Chemical engineering project 1	3(0-9-0)
01366542	Chemical engineering project 2	3(0-9-0)

(ii) Cooperative education

The projects of the students are assigned by the industries. The students must work in the company as the employee and have to follow all regulations of that organizations.

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006301	Cooperative education	6(0-45-0)

(iii) Study aboard

The credits from international institutions can be transferred according to the regulations of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (cannot transfer more than 6 credits).

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006302	Study aboard	6(6-0-12)

Selective courses

The students must take 1 of the following courses.

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366801	Transport phenomena	3(3-0-6)
01366802	Air pollution and control	3(3-0-6)
01366803	Selected topics in energy and environment	3(3-0-6)
01366804	Petrochemical technology	3(3-0-6)
01366805	Petroleum refinery engineering	3(3-0-6)
01366806	Rubber and elastomers technology	3(3-0-6)
01366807	Green chemical products and processes	3(3-0-6)
01366808	Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM)	3(3-0-6)
01366809	Energy management in industry	3(3-0-6)
01366810	Corrosion	3(3-0-6)
01366811	Selected topics in chemical engineering	3(3-0-6)
01366812	Waste treatment and pollution control	3(3-0-6)
01366813	Membrane technology	3(3-0-6)
01366814	Computer programming in chemical engineering	3(2-2-5)
01366815	Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering	3(2-2-5)
01366816	Selected topics in process and control	3(3-0-6)
01366817	Sustainable energy	3(3-0-6)
01366818	Process system engineering	3(3-0-6)
01366819	Selected topics in petrochemical engineering	3(3-0-6)

c). Free elective courses

The students have to take at least 6 credits from any international courses provided by KMITL.

The meaning of course ID

The course IDs include 8-digits numbers.

Sequence of digit	Number	Refer to
1 st and 2 nd	01	Faculty of Engineering
3 rd and 4 th	00	Faculty core courses
	36	Chemical engineering (International program) core courses
5 th	6	Bachelor program
	7	Master program
	8	Doctoral program
6 th - 8 th		Sequence of the subject

3.1.4 Study plan

1st year, Semester 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006710	Introduction to Calculus	3(3-0-6)
01006727	General chemistry	3(3-0-6)
01006728	General chemistry laboratory	1(0-3-2)
01006723	General physics 1	3(3-0-6)
01006724	General physics laboratory 1	1(0-3-2)
01006803	Engineering mechanics	3(3-0-6)
01006802	Engineering drawing	3(2-2-5)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
01006500	(ESL) Academic listening and speaking **AUDIT**	4(4-0-8)
TOTAL		20

1st year, Semester 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006711	Advanced calculus	3(3-0-6)
01006725	General physics 2	3(3-0-6)
01006726	General physics laboratory 2	1(0-3-2)
01006801	Introduction to engineering programming	3(2-2-5)
01006804	Engineering materials	3(3-0-6)
01366221	Introduction to chemical engineering	3(3-0-6)
01366111	Chemistry for chemical engineering	3(3-0-6)
01366112	Chemistry laboratory for chemical engineering	1(0-3-2)
01006500	(ESL) Academic reading and writing **AUDIT**	4(4-0-8)
TOTAL		20

2nd year, Semester 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006717	Differential equations	3(3-0-6)
01366121	Applications of numerical methods	3(3-0-6)
01366222	Principle calculation in chemical engineering	3(3-0-6)
01366223	Thermodynamics	3(3-0-6)
01366321	Fluid mechanics	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

2nd year, Semester 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366122	Introduction to probability and statistics	3(3-0-6)
01366322	Heat transfer	3(3-0-6)
01366323	Mass transfer	3(3-0-6)
01366224	Chemical engineering thermodynamics	3(3-0-6)
01366421	Chemical process instrumentation	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

3rd year, Semester 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366432	Mechanical & Thermal Separations	3(3-0-6)
01366434	Thermodynamic Separation	3(3-0-6)
01366431	Chemical engineering kinetics and Reactor Design	3(3-0-6)
01366433	Chemical Engineering Laboratory 1	1(0-3-2)
01366534	Plant Visit	1(0-3-2)
01366631	Process safety and waste management	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		20

3rd year, Semester 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366632	Engineering economics	3(3-0-6)
01366531	Chemical engineering processes	3(3-0-6)
01366532	Chemical process simulation	3(3-0-6)
01366533	Process dynamics and control	3(3-0-6)
01366535	Bioprocessing	3(3-0-6)
01366435	Chemical engineering laboratory 2	1(0-3-2)
013668xx	Chemical engineering elective	3(3-0-6)
TOTAL		19

3rd year, Semester 3

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01006805	Industrial internship	0(0-45-0)
TOTAL		0

4th year, Semester 1

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
XXXXXXXX	Alternative study	6(X-X-X)
TOTAL		6

4th year, Semester 2

Course ID	Course name	Credits (Lecture-Practice-Self-study)
01366741	Capstone project for chemical engineering plant design	3(3-0-6)
01366742	Capstone project for industrial problem solving	3(3-0-6)
xxxxxxx	Free elective	3(3-0-6)
xxxxxxx	Free elective	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
9063xxxx	GenEd	3(3-0-6)
TOTAL		21

3.1.5 Course descriptions

See Appendix C.

3.2 Lists of lecturers

3.2.1 Program committees

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
1.	Asst. Prof. Dr. Patthranit Wongpromrat (1100700918679) (Chemical engineering)	D. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2016 Ph.D. (Engineering – Mechanics, Materials, Civil Engineering and Electrochemistry) Grenoble Alpes University, France, 2015 M. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2012 B. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2010	1. Research (Appendix E) - Corrosion - High Temperature Oxidation - Corrosion Protection - Metallic Coating - Pesticide removal from water 2. Books - High Temperature Corrosion of Stainless Steels: An Alain Galerie Festschrift, Chapters 3- 6, Edited by S. Chandra- ambhorn, Y. Wouters and W. Harnnarongchai, 2020
2.	Asst. Prof. Dr. Apinan Namkanisorn (3229700031198) (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical Engineering), Lehigh University, USA, 2001 M.S. (Chemical Engineering), Lehigh University, USA, 1996 B.S. (Chemical Engineering), University of Minnesota, USA, 1994	1. Research (Appendix E) - Self Healing Coating - Separation - Composite Materials 2. Books -

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
3.	Asst. Prof. Dr. Kunlanan Kiatkittipong (1100400102380) (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical Engineering), The University of New South Wales, Australia, 2012 B. Sc. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 2008	1. Research (Appendix E) - Functional Nanostructured Materials - Photocatalysis - Alternative Energy Forms in Reaction Engineering 2. Books -
4.	Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna (1449900091790) (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2016 M. Sc. (Chemical and Biochemical Engineering) Technical University of Denmark, Denmark, 2014 B. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2009	1. Research (Appendix E) - Process System Engineering - Process Intensification 2. Books -

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
5.	Asst. Prof. Dr. Thachanan Samanmulya (1609990017142) (Chemical engineering)	D. Eng. (Mechanical Science and Engineering), Hiroshima University, Japan, 2014 M. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 2009 B. Eng. (Chemical Engineering) Srinakarinwirot University, 2006	1. Research (Appendix E) - Biomass Utilization - Renewable Energy - Supercritical Fluids - Energy Production from Biomass 2. Books -

3.2.2 Chemical engineering lecturers

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
1.	Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum (Chemical engineering)	D.Eng. (Hydrocarbon Chemistry: Catalyst Design Engineering) Kyoto University, Japan, 1994 M. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1987 B. Sc. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1983	1. Research - Membrane Technology - Production Engineering - Clean Technology - Separation Processes - Catalysis and Sol Gel Technology - Adsorption Engineering - Biorefineries - Modeling and Simulations e.g. Air Pollution , Reactor 2. Books - ความปลอดภัยในงานวิศวกรรม เคมี - Mass Transfer in Multiphase Systems and Its Applications, Edited by Mohamed El- Amin, Intech, 2011, Chapter 22 - Mass Transfer in Chemical Engineering Processes, Edited by Jozef Markos, Intech, 2011, Chapter 4 - Water Treatment Processes: Section Iii Removal Techniques, Chapter 12,

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
			<p>Edited by Kostas Demadis, Nova Science Publishers, Inc., 2012</p> <p>3. Lectures (3 hours/ week/ subject)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critical thinking - Introduction to chemical engineering - Process operations and business information - Process equipment design - Safety in chemical engineering
2.	Assoc. Prof. Dr. Prakob Kitchaiya (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering), The University of Iowa, USA, 1995 M. Sc. (Biotechnology), Chulalongkorn University, 1988 B. Sc. (Chemistry), Chulalongkorn University, 1983	1. Research <ul style="list-style-type: none"> - Renewable Energy and Chemicals - Reaction Engineering 2. Books <ul style="list-style-type: none"> - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) <ul style="list-style-type: none"> -

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
3.	Assoc. Prof. Dr. Duangkamol Na-Ranong (Chemical engineering)	D.Eng. (Chemical Engineering) Tokyo Institute of Technology, Japan, 2002 M. Eng. (Chemical Engineering) Tokyo Institute of Technology, Japan, 1998 B. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1994	1. Research - Renewable Energy and Chemicals - Chemical Reaction Engineering - Multifunctional Reactor Design - Process Modeling and Simulations - Catalysis/Environmental Catalysis - Adsorption Engineering 2. Books - พื้นฐานวิศวกรรมปฏิกิริยาและ การออกแบบเครื่องปฏิกรณ์เคมี - วิศวกรรมการเร่งปฏิกิริยา 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Chemical engineering kinetics and reactor design
4.	Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Kraiwatanawong (Chemical engineering)	D.Eng. (Chemical Engineering) Kyoto University, Japan, 2007 M. Eng. (Chemical Engineering)	1. Research - Mesoporous and Microporous Carbon Gels and Applications - Sol-Gel Technology

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
		Chulalongkorn University, 2000 B. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1998	- Drying Technology - Separation Technology - Adsorption - Composite Materials 2. Books - เทอร์โมไดนามิกส์ 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) -
5.	Asst. Prof. Dr. Surat Areerat (Chemical engineering)	D.Eng. (Chemical Engineering) Kyoto University, Japan, 2002 M. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1995 B. Sc. (Industrial Chemistry) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 1991	1. Research - Micro-Cellular Foam Technology - Utilization of Supercritical CO ₂ for Polymer Processing - Thermodynamics Models for Polymer/CO ₂ Mixtures - Rheology of Polymer/CO ₂ Mixtures 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Thermodynamics -Engineering economics

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
6.	Asst. Prof. Dr. Santi Wattananusorn (Chemical engineering)	Dr.-Ing. (Mechanical Engineering) Ruhr-University Bochum, Germany, 2007 M. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1997 B. Sc. (Chemistry) Kasetsart University, 1991	1. Research - Fluid Mechanics - Transport Phenomena 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Fluid dynamics
7.	Asst. Prof. Dr. Pornsawan Assawasaengrat (Chemical engineering)	D. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 2002 B. Sc. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1996	1. Research - Adsorption - Membrane - Activated Carbon - Mesoporous and Microporous Materials 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Engineering materials

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
8.	Asst. Prof. Dr. Walairat Chandra-ambhorn (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical Engineering) The University of Manchester, United Kingdom, 2007 M. Eng. (Petrochemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2002 B. Eng. (Chemical Engineering) Thammasat University, 1998	1. Research - Solid Oxide Fuel Cell - Electrochemistry - Renewable and Sustainable Energy - Energy Storage 2. Books - High Temperature Corrosion of Stainless Steels: An Alain Galerie Festschrift, Chapters 5-6, Edited by S. Chandra-ambhorn, Y. Wouters and W. Harnnarongchai, 2020 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Fluid dynamics - Heat and mass transfer
9.	Asst. Prof. Dr. Yaneeporn Patcharavorachot (Chemical engineering)	D. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 2010 B. Eng. (Chemical Engineering) Srinakarinwirot University, 2005	1. Research - Fuel Cell - Hydrogen Production - Renewable Energy - Modeling and Simulation Process 2. Books

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
			<p>-</p> <p>3. Lectures (3 hours/ week/ subject)</p> <p>- Process dynamics and control</p>
10.	Asst. Prof. Dr. Tanawan Pinnarat (Chemical engineering)	<p>Ph.D. (Chemical Engineering) University of Michigan, 2011</p> <p>M. Eng. (Chemical Engineering) Kasetsart University, 2003</p> <p>B. Eng. (Chemical Engineering) Kasetsart University, 2001</p>	<p>1. Research</p> <p>- Biodiesel From Biomass</p> <p>- Green and Renewable Energy</p> <p>- Chemical Production From Biomass</p> <p>2. Books</p> <p>-</p> <p>3. Lectures (3 hours/ week/ subject)</p> <p>- Chemical engineering thermodynamics</p>
11.	Asst. Prof. Dr. Teeraporn Suteewong (Material engineering)	<p>Ph.D. (Materials Science and Engineering), Cornell University, USA, 2011</p> <p>M.Sc. (Materials Science and Engineering), Cornell University, USA, 2009</p>	<p>1. Research</p> <p>- Nanocomposites esp. Silica- Based Nanoparticles (Such as Mesoporous Silica Nanoparticles)</p>

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
		M. Sc. (Science and Polymer Technology), Mahidol University, 2005 B. Sc. (Chemistry), Mahidol University, 2002	- Applications of Nanoparticles e.g. Biomedical and Anticorrosion Applications 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Analytical Chemistry and Instrumentation
12.	Asst. Prof. Dr. Natthanon Phaiboonsilpa (Chemical engineering)	D.Eng. (D. Energy Science) Kyoto University, Japan, 2010 M. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2007 B. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2005	1. Research - Biomass Conversion Technology - Photocatalysis - Supercritical and Subcritical Fluid Science and Technology -Ethanolic and Non-Ethanolic Fermentation Processes -New Generation of Bioethanol and Biodiesel Production Processes - Minimization of Wastes and Losses in Industry by Statistical Techniques 2. Books -

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
			3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Design and analysis of enperiments
13.	Asst. Prof. Dr. Nattapol Lerkkasemsan (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical Engineering) Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech) Blacksburg, USA, 2014 M.S. (Chemical Engineering) Virginia Polytechnic Institute and State University (Virginia Tech) Blacksburg, USA, 2010 B. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2007	1. Research - Bioenergy Production (Esterification Process and Pyrolysis Process) - Polymer Synthesis - Life Cycle Assessment and Life Cycle Cost 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Heat and mass transfer
14.	Asst. Prof. Siripan Murathathunyaluk (Chemical engineering)	M. Eng. (Chemical Engineering) Kasetsart University, 2002 B. Eng. (Chemical Engineering) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 1999	1. Research - Adsorption - Heat Transfer Applications 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) -

No.	Name	Degree/ Major/ Institute/ Graduate year	Academic works
15.	Dr. Narisara Thongboonchoo (Chemical engineering)	Ph.D. (Chemical and Biochemical Engineering), The University of Iowa, USA, 2005 M.S. (Chemical Engineering and Petroleum Refining), Colorado School of Mines, USA, 1998 M. Eng. (Chemical Engineering) Chulalongkorn University, 1993 B. Sc. (Industrial Chemistry) King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 1988	1. Research - Air Pollution and Meteorological Modeling - Wastewater Treatment System 2. Books - 3. Lectures (3 hours/ week/ subject) - Design and analysis of enperiments - Waste Treatment and Pollution Control - Chemical Process Instrumentation

3.2.3 External lecturers

None

Part 4 Learning Outcomes

1. Learning Outcomes

Outcomes	Strategy or Student Activity
(1) Moral and Ethics	(1) Include the contents of the course that are related to ethics, etiquette, and professional ethics.
(2) Knowledge	(2) Teaching focused on class participation, cognition, and analytical principles.
(3) Intellectual Skills	(3) Assign work that rely on research from various sources including theory and practice.
(4) Human Relation Skills and Responsibility	(4.1) Assign projects that are beneficial to the society or the project requires the cooperation of member in the group. (4.2) Encourages the group members to participate in the project with the guidance of the counselor. (4.3) Give assignments that need to be presented orally in the classroom.
(5) Skills for Mathematical Calculation, Communication and Information Technology Adeptness	(5) Assign project that is related to the problem actually happened in the industry or interesting problem.

2. Development of the learning outcomes in each domain of learning

There are 11 following ABET outcomes:

- (a) an ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering
- (b) an ability to design and conduct experiments, as well as to analyze and interpret data
- (c) an ability to design an innovative system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability
- (d) an ability to function on multidisciplinary teams
- (e) an ability to identify, formulate, and solve engineering problems
- (f) an understanding of professional and ethical responsibility
- (g) an ability to communicate effectively
- (h) the broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context societal context
- (i) a recognition of the need for, and an ability to engage in lifelong learning
- (j) a knowledge of contemporary issues, and
- (k) an ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice.

The ABET outcomes are matched with the program learning outcomes as follow.

Program Outcomes	ABET Outcomes
(1)	(f), (h)
(2)	(a), (c), (h)
(3)	(b), (e), (i), (j), (k)
(4)	(d), (f)
(5)	(g), (k)

3. Mapping describing the distribution of the learning outcomes from the program level to the course level (Curriculum Mapping)

● Major Responsibility

○ Minor Responsibility

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01006723 General physics 1		○	●		○	●		●		●				●
01006724 General physics laboratory 1		○	●		○	●		●		●				●
01006725 General physics 2		○	●		○	●		●		●				●
01006726 General physics laboratory 2		○	●		○	●		●		●				●
01006727 General chemistry		○	●		○	●		●		●				●
01006728 General chemistry laboratory		○	●		○	●		●		●				●
01006710 Introduction to calculus		○	●		○			●						
01006711 Advanced calculus		○	●		○			●						
01006717 Differential equations		○	●		○			●						
01366111 Chemistry for chemical engineering		○	●		○	●			●					
01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering	○	○	○		○	●				●	●	○	●	●

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366121 Applications of numerical methods		○	●		○			●	●					
01366122 Introduction to probability and statistics		○	●		○	●		●	●					
01006801 Introduction to engineering programming			●				○		●	●		○		●
01006802 Engineering drawing			●				○			●		○		●
01006803 Engineering mechanics		○	●		○		●							
01006804 Engineering materials		○	●		○		●							
01366221 Introduction to chemical engineering	○	●			●			●	●			○		
01366222 Principle calculation in chemical engineering		○	●		○		●							
01366223 Thermodynamics		○	●		○		●							
01366224 Chemical engineering thermodynamics		○	●		○		●							
01366321 Fluid mechanics		○	●		○		●							
01366322 Heat transfer		○	●		○		●							
01366323 Mass transfer		○	●		○		●							

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366421 Chemical process instrumentation		○	●		○		●		●					
01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design		○	●	●	○		●			○				○
01366432 Mechanical and thermal separations		○	●	●	○		●							
01366433 Chemical engineering laboratory 1	●		○			●			○	●	●	●	●	
01366434 Thermodynamic separations		○	●	●	○		●							
01366435 Chemical engineering laboratory 2	●		○			●			○	●	●	●	●	
01366531 Chemical engineering processes		○	●	●	○			●	●					
01366532 Chemical process simulation		○	●	○	○		●		●	●				●
01366533 Process dynamics and control			●	●			●							
01366534 Plant visit	●	●	○		●			○	●		●	●	●	
01366535 Bioprocessing		○	●	●	○				●					
01006805 Industrial internship	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01366541 Chemical engineering project 1	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366542 Chemical engineering project 2	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01006301 Cooperative education	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01006302 Study aboard	○	●	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●
01366631 Process safety and waste management	●	●	○	○	●		○	○	●			●		
01366632 Engineering economics		●	○	●	●		○	○	○		●		●	
01366741 Capstone project for chemical engineering plant design	●	○	●	●	○		○	●	●	●	●	●	●	●
01366742 Capstone project for industrial problem solving	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●
01366801 Transport phenomena			●				●							
01366802 Air pollution and control	○	●	●	○	●		●		○			○		
01366803 Selected topics in energy and environment	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○
01366804 Petrochemical technology		○	●	○	○		●		○					
01366805 Petroleum refinery engineering		○	●	○	○		●		○					

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366806 Rubber and elastomers technology		○	●	○	○		●		○					
01366807 Green chemical products and processes	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM)				○					○	●				●
01366809 Energy management in industry	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366810 Corrosion		○	●	●	○		●							
01366811 Selected topics in chemical engineering	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○
01366812 Waste treatment and pollution control	●	○	●	●	○		●		○			●		
01366813 Membrane technology		○	●	○	○		●		○					
01366814 Computer programming in chemical engineering			●	○			○		○	●				●
01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering			●	○			○		○	●				●
01366816 Selected topics in process and control	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○
01366817 Sustainable energy	●	○	●	●	○		●		○			●		

Subjects	(1)		(2)			(3)					(4)		(5)	
	(f)	(h)	(a)	(c)	(h)	(b)	(e)	(i)	(j)	(k)	(d)	(f)	(g)	(k)
01366818 Process system engineering		○	●	○	○		●		○					
01366819 Selected topics in petrochemical engineering	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○

Part 5 Student Assessment Criteria

1. Regulations and criteria for grading

As specified in the Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559 (Appendix A)

2. Verification of the standards of student achievements

2.1 Verification of the standards of student achievements during study

1) The program management committee (or a nominated committee) checks the score and grade report of each course before submission. If any abnormalities are spotted, the committee notifies the course instructor to recheck and/or provide explanations, possibly including showing of marked exam papers or homework.

2) In each year, the program management committee (or a nominated committee) conducts a verification of the standards of student achievements on selected courses using one or more of the following methods:

- Studying the course plan and course report
 - Studying marked homework, exam papers, and/or student projects
 - Interviewing some students in the class
 - Interviewing the course instructor
- 3) Request for feedbacks from the students' internship supervisors

2.2 Verification of the standards of student achievements after graduation

1) Graduate employment status estimated by each graduate generation in terms of time to find a job, knowledge gained and ability of the graduates in the career.

2) Measurement from Entrepreneurs to evaluate satisfaction of the graduates.

3) Evaluation from other educational institutions with satisfaction levels in knowledge, readiness and other qualifications of graduate students enrolled at graduate level in that institution.

4) Assessment from graduate to career in terms of readiness and knowledge from the curriculum. To be used to improve the course.

5) Comment from qualified internal External to the Graduate

3. Graduation requirements

To be awarded a degree from KMITL, the student must satisfy all the graduation requirements specified in the Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559 (Appendix A)

Part 6 Academic Staff Development

1. Preparatory activities for new academic staff members

- 1) Informing the new academic staff member their responsibilities and details on the performance evaluation
- 2) Issuing (or assisting in issuing) all necessary documents for new academic staff, including a staff identification card, and the computer accounts
- 3) Introducing the new academic staff member to all existing members of the management staff, academic staff and supporting staff of the Faculty of Engineering
- 4) Requiring a new academic staff member to attend the orientation session for new university staff organized by the university
- 5) Assigning a current staff member to act as a mentor for a new academic staff member
- 6) Providing a computer and teach the new academic staff member on using the IT services within the Faculty of Engineering and the university

2. Knowledge and skills development for academic staff

2.1 Development of skills in teaching, assessment, and evaluation

- 1) Organize a lecturer meeting every semester and invite all lecturers to join and share any problem, comment, or good practice
- 2) Encourage and support all academic staff members to attend workshops, seminars, or courses related to the development of skills in teaching, assessment, and evaluation held within the university or outside.
- 3) Recommend the lecturers a website and other resources which provides useful information on the development of skills in teaching, assessment, and evaluation

2.2 Academic and professional development

- 1) Encourage and support academic staff members to

- attend international conferences in their respective fields of expertise at least once a year
 - publish their research work in international journals
 - work with the industry
 - collaborate with academic staff in a partner university in Thailand and abroad
 - patent their research works
 - apply for research grants
- 2) Continually find partner universities to enable opportunities for research collaborations and staff exchange
- 3) Provide the staff with news and information that are useful to their academic and professional development, including workshops, seminar or other events, scholarships, etc.

Part 7 Program Quality Assurance

1. Standardization

The curriculum management follows a qualified and standardized program according to the qualification standards of higher education as well as ABET Accreditation throughout the duration of administration of the program.

1.1 Executive Program Committee: There are no fewer than 5 persons who have either a direct qualification or a qualification in a related field of study. Their qualification is at minimum a master's degree or equivalent, or for academic positions no lower than assistant professor. Moreover, they have at least one academic result published by the criteria established for the academic position in the past 5 years.

1.2 Course Instructor: They have a direct or indirect qualification at minimum of master's degree level or equivalent, or for academic positions no lower than assistant professor. Moreover, they have at least one academic result published by the criteria established for an academic position in the past 5 years.

1.3 The curriculum is updated at least once every 5 years by considering the opinions of new graduates, alumni, the industrial advisory board, employers, and other stakeholders.

2. Graduates

2.1 There is an assessment of the quality of graduates within the framework of national qualifications as well as ABET Accreditation.

2.2 There is a survey of graduates who get a job or freelance job within 1 year of the date of graduation.

2.3 There is a survey of alumni who get a job or freelance job at least 5 years after graduation.

3. Students

3.1 There are appropriate student admissions processes that define the criteria and qualifications of the students in accordance with the curriculum. Moreover, there are preparation courses to ensure that students are ready for their studies and are able to complete their education over the duration of the program.

3.2 The activities are organized to develop students' knowledge, abilities, and potential, in various ways to support 21st-century learning skills.

3.3 A consultant who is appointed for academic counseling and guidance to all students, must schedule an appointment (during office hours) for the students.

3.4 There is a student complaints management system, and the satisfaction ratings from this system are evaluated.

4. Instructors

4.1 There is a system for accepting new instructors in accordance with university regulations. English proficiency tests are required according to the university criteria. This is in line with the announcement of the Higher Education Commission on English Proficiency Standards of Faculty Members.

4.2 There is a management system for promotion and development of teachers, appropriate and consistent with the university's vision and policy.

4.3 There is a system of teacher quality development to have professors in the field of teaching.

5. Curriculum, Teaching, and Assessment of Students

5.1 There is a process of designing/updating curriculums and courses for advanced content to meet academic/professional standards in line with the needs of the labor market and the National Economic and Social Development Plan.

5.2 There is an integrated teaching and learning approach to research.

5.3 Instructors assigned to each course have the knowledge, ability, and expertise in the relevant field. Moreover, there is a system to monitor the preparation of learning plans as well as teaching and learning management.

6. Educational Resources

6.1 Budget management

6.1.1 Surveying the need and sufficiency of educational resources.

6.1.2 Instigating a plan for educational resources management.

6.1.3 Allowing budget for durable articles, equipment, and learning resources as well as creating educational media.

6.1.4 Following and evaluating educational resources management and using the evaluation results for improvement and development of effective educational resources.

6.2 Existing Educational Resources

The faculty makes ready all locations, classrooms, and laboratories in support of adequate education and teaching. At the institutional level, there is the central library of the institute that provides services for books, textbooks, journals, printing of articles, visual media, as well as being a member of journals and specific information sources so that students and instructors can effectively search for academic works.

6.3 Additional Provision of Educational Resources

Supply department purchases additional resources according to the purchasing plan.

6.4 Evaluation of Resource Sufficiency

Objective	Operation	Evaluation
1. Having educational resources sufficient for the needs.	1. Faculty survey of the need for educational resources. 2. Faculty provision of an annual budget for textbooks, educational media, audiovisual equipment, durable articles, computers, etc. 3. Procurement of educational resources to satisfy the needs appropriate to each program.	1. Evaluation of sufficiency for durable articles, equipment, books and educational documents by both students and instructors.

7. Key Performance Indicators

Performance Indicator	Academic Year				
	2020	2021	2022	2023	2024
1. At least 80% of the executive program committee of the program participate in the meeting for planning, following and revising the operation of the program.	✓	✓	✓	✓	✓
2. Having the details of the program consistent with the appropriate national or international standards of qualification.	✓	✓	✓	✓	✓
3. Having the course syllabus and details of each offered subject and planned activities (if any) before the opening of each semester for all subjects.	✓	✓	✓	✓	✓

Performance Indicator	Academic Year				
	2020	2021	2022	2023	2024
4. Filing a program review and report for the operation of each subject and field experience (if any) within 30 days after the end of the semester for all subjects.	✓	✓	✓	✓	✓
5. Filing a report of the operation of the program within 60 days after the end of the academic year.	✓	✓	✓	✓	✓
6. Having verification of learning achievements in at least 25% of the subjects open in each academic year.	✓	✓	✓	✓	✓
7. Having development/revision of the education, teaching strategies, or evaluation of learning from the results of the assessment of operation reported in the SSR of the previous year.		✓	✓	✓	✓
8. All new instructors (if any) participate in an orientation and receive advice for teaching management.	✓	✓	✓	✓	✓
9. Every permanent instructor receives academic and/or professional development at least once a year.	✓	✓	✓	✓	✓
10. No less than 50% of supporting staff (if any) receive academic and/or professional development.	✓	✓	✓	✓	✓
11. The average satisfaction level of the final year students/fresh graduates for the quality of the program is used to improve the program.				✓	✓
12. The average satisfaction level of the stakeholders is used to improve the program.					✓
Total indicators affecting the operation (no.1-5) for each year.	5	5	5	5	5
Total indicators (unit) for each year	9	10	10	11	12

Evaluation Criteria

For the program to achieve standards according to the quality framework it must pass the key performance indicators (no.1-5), with the result of having achieved objectives and having indicators that include the results of archived objectives to no less than 80% of the entire number of indicators, considering the number of both mandatory indicators and total indicators in each year.

Year	Program Achieving Standard According to the Quality Framework
2020	Achieving mandatory indicators no.1-6, 8-10
2021	10 total indicators.
2022	10 total indicators.
2023	11 total indicators.
2024	12 total indicators.

Part 8 Program Evaluation and Improvement

1. Assessment of Teaching Effectiveness

1.1 Evaluation of Teaching Strategies

1.1.1 Instructor evaluates the teaching strategies according to the assigned plan.

1.1.2 Instructor analyzes the results of the students' evaluation of the instructor's teaching strategies.

1.1.3 Instructor or person responsible for the subject utilizes the results of the assessment for the revision and improvement of teaching strategies.

1.1.4 Instructor evaluates course outcomes in accordance with the program curriculum.

1.2 Evaluation of the Instructor's Skills in Devising Teaching Strategies

An assessment of the instructor's skills in devising teaching strategies by students. The results of the evaluation will be used for the improvement of the skills of the instructor.

2. Evaluation of the Program as a Whole

Evaluation of the program as a whole by the program committee when the teaching ends in each academic year by collecting information from students, graduates, employers, stakeholders, experts, industrial advisory boards, or external evaluators.

3. Evaluation of the Operation According to the Details of the Program

Quality assurance system and provision of education according to the standard framework of qualification for higher education as well as ABET Accreditation by having key performance indicators and assessment criteria assigned by the Internal QA committee.

4. Revision of the Evaluation and Improvement Plan

Utilization of the results of analysis by the executive program committee, along with appropriate revision in order to create an improvement plan for the program so that its quality adheres to the required standards and is discussed with the instructor.

Supplementary documents

- A. Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on Undergraduate Study B.E. 2559
- B. Proclamation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on the Registration across the Institutes of Higher Education
- C. Proclamation of the Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, on a Guideline for the Credit and Grade Transfer with Overseas Institutes of Higher Education
- D. Course Descriptions
- E. Bibliography of Program Faculty Members' Academic Publications
- F. Reasons for the Revision of the Curriculum

Appendix A

Regulation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on
Undergraduate Study B.E. 2559



ข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี
พ.ศ. ๒๕๕๙

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการศึกษาระดับปริญญาตรี ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๒(๒) แห่งพระราชบัญญัติสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. ๒๕๕๑ และมติสภามหาวิทยาลัย ในการประชุมครั้งที่ ๑๑/๒๕๕๙ เมื่อวันที่ ๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๕๙ มติคณะอนุกรรมการสภาสถาบันเพื่อพิจารณาด้านวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ ๑๒/๒๕๕๙ เมื่อวันที่ ๒ ธันวาคม ๒๕๕๙ ประกอบกับมติสภาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการประชุมครั้งที่ ๑๒/๒๕๕๙ เมื่อวันที่ ๒๑ ธันวาคม ๒๕๕๙ จึงให้วางข้อบังคับไว้ดังนี้

ข้อ ๑ ข้อบังคับนี้เรียกว่า “ข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๙”

ข้อ ๒ ข้อบังคับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากการศึกษาที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๐ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิก ข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๗ ลงวันที่ ๒๒ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗

บรรดาข้อบังคับ ระเบียบ คำสั่ง ประกาศ หรือมติอื่นใดในส่วนที่ได้กำหนดไว้แล้ว ในข้อบังคับนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ ให้ใช้ข้อบังคับนี้แทน

ข้อ ๔ ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการตามข้อบังคับนี้ และมีอำนาจในการออกระเบียบ ประกาศ หรือคำสั่งของสถาบันที่ไม่ขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ตามความจำเป็นแล้วรายงานให้สภาสถาบันทราบ ในกรณีที่มีข้อสงสัย หรือมิได้ระบุไว้ในข้อบังคับนี้ หรือในกรณีที่มีความจำเป็นต้องผ่อนผันข้อกำหนดในข้อบังคับนี้เป็นกรณีพิเศษ ให้สภาวิชาการเป็นผู้วินิจฉัยและให้ถือเป็นที่สุด

ข้อปฏิบัติอื่น ๆ ที่มีกำหนดไว้ในข้อบังคับนี้ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๕๒ และประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง แนวทางการบริหารเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๕๘ และที่แก้ไขเพิ่มเติมโดยอนุโลม

-๒-

หมวด ๑
บททั่วไป

ข้อ ๕ ในข้อบังคับนี้

“สถาบัน” หมายความว่า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

“อธิการบดี” หมายความว่า อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

“นักศึกษา” หมายความว่า ผู้เข้ารับการศึกษาระดับปริญญาตรีในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

“ส่วนงานวิชาการ” หมายความว่า ส่วนงานวิชาการที่ดำเนินการสอนหลักสูตรปริญญาตรีในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

“หัวหน้าส่วนงานวิชาการ” หมายความว่า คณบดีและให้หมายรวมถึงรองอธิการบดีที่ได้รับมอบหมายให้ควบคุมดูแลวิทยาเขต

“คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ” หมายความว่า คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และให้หมายรวมถึงคณะกรรมการประจำวิทยาเขตด้วย

“ภาคการศึกษาพิเศษ” หมายความว่า การศึกษาภาคฤดูร้อน

หมวด ๒
การจัดการศึกษา

ข้อ ๖ ระบบการจัดการศึกษา มีดังนี้

๖.๑ การศึกษาในสถาบันใช้ระบบการศึกษาแบบทวิภาค โดยปีการศึกษาหนึ่ง ๆ แบ่งออกเป็น ๒ ภาคการศึกษาปกติ คือ ภาคการศึกษาที่ ๑ และภาคการศึกษาที่ ๒ และอาจมีภาคการศึกษาพิเศษต่อจากภาคการศึกษาที่ ๒ อีกหนึ่งภาคการศึกษาได้ โดย ๑ ภาคการศึกษาปกติมีระยะเวลาศึกษาไม่น้อยกว่า ๑๕ สัปดาห์ ซึ่งอาจแบ่งช่วงได้ ส่วนภาคการศึกษาพิเศษอาจจัดได้ตามความจำเป็นของแต่ละส่วนงานวิชาการ และให้กำหนดระยะเวลาและจำนวนหน่วยกิต โดยมีสัดส่วนเทียบเคียงกันได้กับภาคการศึกษาปกติ

๖.๒ สถาบันอาจจัดให้ใช้ระบบการศึกษาแบบอื่นด้วยก็ได้ เช่น ระบบไตรภาค ระบบชุดวิชา ระบบการสอนทางไกล และระบบอื่น ๆ โดยการจัดระบบการศึกษานั้น ๆ ต้องมีระยะเวลาการศึกษาและจำนวนหน่วยกิตในสัดส่วนที่เทียบเคียงได้กับระบบทวิภาค และให้ออกเป็นประกาศของสถาบัน ทั้งนี้ ให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๘ และที่แก้ไขเพิ่มเติมโดยอนุโลม

๖.๓ การศึกษาในหลักสูตรระดับปริญญาตรีที่จัดสอนในสถาบันแบ่งออกเป็นรายวิชา โดยแต่ละรายวิชาให้กำหนดปริมาณการศึกษาตามจำนวนหน่วยกิต โดยมีหลักเกณฑ์การกำหนดจำนวนหน่วยกิต ดังนี้

-๓-

๖.๓.๑ รายวิชาภาคทฤษฎี ที่ใช้เวลาบรรยายหรืออภิปรายปัญหา หรือ การเรียนการสอนที่เทียบเท่า ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือไม่น้อยกว่า ๑๕ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติ คิดเป็น ปริมาณการศึกษา ๓ หน่วยกิต ระบบทวิภาค

๖.๓.๒ รายวิชาภาคปฏิบัติ ที่ใช้เวลาฝึกหรือทดลองที่ใช้เวลาปฏิบัติ ๒ ถึง ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือระหว่าง ๓๐ ถึง ๔๕ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติคิดเป็นปริมาณการศึกษา ๓ หน่วยกิต ระบบทวิภาค

๖.๓.๓ รายวิชาเรียนที่มีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติรวมกัน การกำหนดจำนวนหน่วยกิตให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในข้อ ๖.๓.๑ และข้อ ๖.๓.๒

๖.๓.๔ การฝึกงาน การฝึกภาคสนาม หรือการฝึกอื่น ๆ ที่ใช้เวลาไม่น้อยกว่า ๓ ชั่วโมงต่อสัปดาห์ในภาคการศึกษาปกติ หรือไม่น้อยกว่า ๔๕ ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติ คิดเป็นปริมาณ การศึกษา ๑ หน่วยกิต ระบบทวิภาค แต่ทั้งนี้สามารถกำหนดให้ไม่นับหน่วยกิตในหลักสูตรการศึกษาได้

๖.๓.๕ การศึกษารายวิชาเรียนที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น โครงการพิเศษ สหกิจศึกษา การฝึกงานต่างประเทศที่มีระยะเวลาดังแต่ ๓ เดือนขึ้นไป สถาบันอาจกำหนดหน่วยกิตโดยใช้ หลักเกณฑ์อื่นได้ตามความเหมาะสม โดยให้ทำเป็นประกาศของสถาบัน

๖.๔ ระยะเวลาการศึกษาทุกหลักสูตร ใช้ระยะเวลาการศึกษาไม่เกิน ๒ เท่า ของระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

๖.๕ หลักสูตรที่เปิดสอนทุกหลักสูตรต้องผ่านการพิจารณาจากสภาวิชาการ และได้รับความเห็นชอบจากสภาสถาบันก่อนการเปิดรับสมัครนักศึกษาเข้าศึกษา

๖.๖ สถาบันอาจจัดให้มีหลักสูตรที่จัดการศึกษาเพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาได้รับ สองปริญญา หรือหลักสูตรที่จัดการศึกษาระดับปริญญาตรีแบบก้าวหน้า โดยให้เป็นไปตามระเบียบสถาบัน ว่าด้วยการจัดการศึกษาสองปริญญา หรือข้อบังคับสถาบัน ว่าด้วยการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี แบบก้าวหน้า แล้วแต่กรณี

หมวด ๓

การรับเข้า การคัดเลือก และคุณสมบัติของผู้สมัครเข้าเป็นนักศึกษา

ข้อ ๗ การรับเข้าเป็นนักศึกษา กำหนดการ และวิธีการรับเข้าศึกษา ให้เป็นไป ตามประกาศของสถาบัน ซึ่งดำเนินการโดยสำนักทะเบียนและประมวลผล ในแต่ละปีการศึกษา จำนวน นักศึกษาที่จะรับเข้าศึกษา และการคัดเลือกให้เป็นไปตามที่คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการกำหนด ตามแผนการรับนักศึกษาหรือที่ได้มีการปรับแผนการรับนักศึกษาแล้วแต่กรณี และให้สำนักทะเบียนและ ประมวลผลเป็นผู้ดำเนินการออกประกาศสถาบันในการรับสมัครและประกาศผลการคัดเลือก

ข้อ ๘ คุณสมบัติของผู้สมัครเข้าเป็นนักศึกษา

๘.๑ เป็นผู้ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยที่มีพระมหากษัตริย์ทรง เป็นประมุข ยกเว้นนักศึกษาชาวต่างประเทศ

-๕-

๘.๒ เป็นผู้ไม่มีโรคติดต่อร้ายแรง โรคที่สังคมรังเกียจ หรือโรคสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการศึกษา

๘.๓ สำเร็จการศึกษาหรือคาดว่าจะสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่าหรือชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพหรือเทียบเท่า หรือชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหรือเทียบเท่าตามหลักสูตรที่ได้รับการรับรองจากกระทรวงศึกษาธิการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๘.๔ เป็นผู้มีความประพฤติเรียบร้อย

๘.๕ ไม่เป็นผู้ที่ถูกให้ออกจากสถาบันอุดมศึกษาใด ๆ มาแล้ว เพราะความประพฤติไม่เหมาะสม หรือกระทำความผิดต่าง ๆ

๘.๖ ไม่เป็นผู้ที่ถูกลงโทษเนื่องจากกระทำความผิด หรือมีส่วนร่วมกระทำความผิดในการสอบคัดเลือกทุกประเภท

๘.๗ ไม่เป็นผู้ที่มีภาระหนี้สินผูกพันกับสถาบัน

๘.๘ คุณสมบัติอื่นๆ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่หลักสูตรหรือคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ หรือสถาบันกำหนด โดยให้สำนักทะเบียนและประมวลผลจัดทำเป็นประกาศของสถาบัน

หมวด ๔

การรายงานตัวเข้าเป็นนักศึกษา

ข้อ ๙ การรายงานตัวเข้าเป็นนักศึกษา ให้เป็นไปตามประกาศของสถาบัน โดยต้องกรอกข้อมูลที่ต้องตรงตามความเป็นจริงทุกประการลงในเอกสารการรายงานตัว พร้อมทั้งแนบหลักฐานให้ครบถ้วน มิฉะนั้นจะถือว่ายังไม่ได้รายงานตัว

ผู้ผ่านการสอบคัดเลือกที่ไม่สามารถมารายงานตัวเป็นนักศึกษาตามวัน เวลา ที่สถาบันกำหนด สถาบันจะถือว่าเป็นการสละสิทธิ์เว้นแต่จะได้แจ้งเหตุจำเป็นให้สถาบันทราบเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องมารายงานตัวภายหลังตามที่กำหนด

หมวด ๕

การลงทะเบียนเรียน การชำระค่าธรรมเนียมการศึกษา และการลงทะเบียนรักษาสถานภาพนักศึกษา

ข้อ ๑๐ การลงทะเบียนเรียนและการชำระค่าธรรมเนียมการศึกษา มีหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

๑๐.๑ นักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนและชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาทุกประเภทตามที่สถาบันกำหนด

๑๐.๒ ในภาคการศึกษาปกติ นักศึกษาที่ไม่ได้ลงทะเบียนเรียนตามระยะเวลาที่สถาบันกำหนด จะต้องมาดำเนินการลงทะเบียนเรียนล่าช้าภายในระยะเวลา ๓ สัปดาห์นับแต่วันเปิดภาคการศึกษา โดยนักศึกษาจะต้องชำระค่าปรับตามอัตราที่สถาบันกำหนดด้วย หากพ้นกำหนดนี้แล้ว นักศึกษาจะต้องยื่นคำร้องขอลาพักการศึกษาตามข้อ ๓๔.๕ แห่งข้อบังคับนี้ มิฉะนั้นจะพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

-๕-

ในกรณีที่มีความจำเป็น ผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผล
อาจอนุญาตให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนล่าช้าเป็นกรณีพิเศษได้ โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากหัวหน้า
ส่วนงานวิชาการ

๑๐.๓ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนแล้วจะต้องชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาให้
ครบถ้วน ภายในระยะเวลาที่กำหนดในปฏิทินการศึกษา หากพ้นระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นักศึกษาจะต้อง
ชำระค่าปรับตามอัตราที่สถาบันกำหนด ทั้งนี้ ต้องไม่เกินระยะเวลา ๙ สัปดาห์นับจากวันเปิดภาคการศึกษา
หากพ้นกำหนดดังกล่าวแล้วนักศึกษายังไม่ชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาและค่าปรับให้ครบถ้วน สถาบันจะไม่
อนุญาตให้นักศึกษาเข้าสอบปลายภาคในภาคการศึกษานั้น และนักศึกษาจะไม่มีสิทธิลงทะเบียนเรียน
ในภาคการศึกษาถัดไป

การยกเว้นค่าธรรมเนียมการศึกษาให้เป็นอำนาจของอธิการบดี

๑๐.๔ ในแต่ละภาคการศึกษาปกติ นักศึกษาจะต้องลงทะเบียนเรียนไม่น้อยกว่า
๔ หน่วยกิตและไม่เกิน ๒๒ หน่วยกิต ทั้งนี้ ไม่ให้นับวิชาที่โอนผลการเรียนหรือเทียบโอนผลการเรียน
เข้าไปด้วย ยกเว้นนักศึกษาชั้นปีสุดท้าย หรือนักศึกษาก่อนปีสุดท้ายที่จะต้องไปฝึกสอนในชั้นปีสุดท้ายที่เหลือ
รายวิชาเรียนในหลักสูตรน้อยกว่า ๔ หน่วยกิต หรือต้องการลงทะเบียนเรียนมากกว่า ๒๒ หน่วยกิต เพื่อจะ
สำเร็จการศึกษา

การลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาพิเศษให้ลงทะเบียนเรียนได้ไม่เกิน
๔ หน่วยกิต หากในภาคการศึกษาพิเศษ นักศึกษาลงทะเบียนเรียนประเภทฝึกงาน ไม่ให้นักศึกษาลงทะเบียน
เรียนในรายวิชาเรียนอื่นใดในภาคการศึกษาพิเศษอีก

๑๐.๕ กรณีที่นักศึกษาชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาไม่ครบถ้วน สถาบันสงวนสิทธิ์
ในการออกใบแสดงผลการศึกษา (Transcript) และหนังสือรับรองทุกประเภท ในกรณีที่เรียนครบหลักสูตรแล้ว
จะไม่ได้รับอนุมัติให้สำเร็จการศึกษา รวมทั้งไม่ได้รับการเสนอชื่อต่อสภาสถาบันให้ได้รับปริญญาบัตร จนกว่า
นักศึกษาจะได้ชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาและค่าปรับจนครบถ้วนแล้ว ทั้งนี้ ไม่เกิน ๑ ปี นับจากวันสุดท้าย
ของการเรียนการสอนในภาคการศึกษานั้น ๆ

๑๐.๖ นักศึกษาจะลงทะเบียนเรียนในรายวิชาเรียนที่มีวันเวลาเรียนซ้ำซ้อน
และวันเวลาสอบซ้ำซ้อนกันไม่ได้

๑๐.๗ การศึกษาเพื่อขอรับสองปริญญา ให้เป็นไปตามที่กำหนดในระเบียบ
สถาบัน ว่าด้วยการจัดการศึกษาสองปริญญา หรือนักศึกษาที่ศึกษาครบตามหลักสูตรปริญญาตรี และได้
ชำระค่านับคะแนนเฉลี่ยสะสมถึงเกณฑ์ที่สำเร็จการศึกษาแล้ว สามารถยื่นขออนุมัติเพื่อศึกษาต่อ โดยอาจเป็น
การศึกษาแบบร่วมเรียนก็ได้

๑๐.๘ การลงทะเบียนเรียนตามโครงการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี
แบบก้าวหน้า นักศึกษาที่ได้รับการคัดเลือกให้เข้าโครงการต้องลงทะเบียนเรียนรายวิชาระดับปริญญาโท
โดยให้เป็นไปตามข้อบังคับสถาบัน ว่าด้วยการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีแบบก้าวหน้า

ข้อ ๑๑ การลงทะเบียนเรียนซ้ำ มีหลักเกณฑ์ปฏิบัติดังนี้

๑๑.๑ นักศึกษาที่ตกหรือสอบไม่ผ่านรายวิชาเรียนใดรายวิชาเรียนหนึ่ง
ต้องเรียนซ้ำรายวิชาเรียนนั้น เว้นแต่ รายวิชาเรียนนั้นจะมีการเปิดสอนแล้ว ให้เลือกเรียนรายวิชาเรียนอื่น
ที่เทียบเคียงกันได้ โดยจะต้องได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ ทั้งนี้ ไม่รวมถึงรายวิชาเลือก

-๖-

๓๑.๒ นักศึกษาที่มีผลการเรียนต่ำกว่า C ในรายวิชาเรียนใด อาจขอเรียนซ้ำในรายวิชาเรียนนั้นได้ โดยให้นับจำนวนหน่วยกิตและค่าคะแนนของรายวิชาที่เรียนซ้ำนี้ ไปคิดรวมในระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมทุกครั้งเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

๓๑.๓ ในกรณีที่นักศึกษาเรียนครบตามหลักสูตรและสอบผ่านรายวิชาตามหลักสูตรแล้ว แต่ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ถึงเกณฑ์ที่จะสำเร็จการศึกษา (ต่ำกว่า ๒.๐๐) ต้องเรียนซ้ำเฉพาะรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรที่ได้รับระดับคะแนนต่ำกว่า C เพื่อยกระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมให้ถึงเกณฑ์สำเร็จการศึกษา โดยให้นับจำนวนหน่วยกิตและค่าคะแนนของรายวิชาที่เรียนซ้ำนี้ ไปคิดรวมในระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมทุกครั้งเช่นเดียวกับรายวิชาอื่น

ข้อ ๑๒ การลงทะเบียนเรียนรายวิชาต่อเนื่องนักศึกษาต้องสอบผ่านรายวิชาเรียนที่เป็นรายวิชาบังคับก่อน (Prerequisite) จึงจะลงทะเบียนเรียนรายวิชาต่อเนื่องได้

ข้อ ๑๓ การลงทะเบียนเพื่อรักษาสถานภาพนักศึกษา

๓๓.๑ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนครบหน่วยกิตและสอบผ่านรายวิชาแล้ว แต่ยังค้างงานการค้นคว้า ทดลอง วิทยานิพนธ์ ปริญญานิพนธ์ โครงการพิเศษ สหกิจศึกษา ปัญหาพิเศษ การศึกษาอิสระ โครงการการสร้างอุปกรณ์เพื่อการสอน หรือรายวิชาเรียนในลักษณะเดียวกัน แต่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่นจะต้องลงทะเบียนรักษาสถานภาพนักศึกษาทุกภาคการศึกษาจนกว่าจะสำเร็จการศึกษา

๓๓.๒ นักศึกษาที่ไปฝึกงานต่างประเทศหรือนักศึกษาแลกเปลี่ยนที่ไม่เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาจะต้องลงทะเบียนรักษาสถานภาพนักศึกษา

๓๓.๓ นักศึกษาต้องลงทะเบียนรักษาสถานภาพนักศึกษาด้วยตนเองภายใน ๓ สัปดาห์ นับแต่วันเปิดภาคการศึกษา หากพ้นกำหนดระยะเวลาดังกล่าวแล้ว นักศึกษาจะลงทะเบียนรักษาสถานภาพนักศึกษาได้ โดยต้องรับความเห็นชอบจากหัวหน้าส่วนงานวิชาการ ทั้งนี้ ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จก่อนวันสอบปลายภาคการศึกษานั้น ๆ

หมวด ๖

การเพิ่ม เปลี่ยน และถอนรายวิชาเรียน

ข้อ ๑๔ การขอเพิ่มหรือเปลี่ยนรายวิชาเรียนให้ถือปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

๑๔.๑ การขอเพิ่มหรือเปลี่ยนรายวิชาเรียนต้องไม่ส่งผลให้ขัดต่อข้อ ๑๐.๔

๑๔.๒ นักศึกษาที่ต้องการเพิ่มรายวิชาเรียนให้ดำเนินการภายในระยะเวลา ๓ สัปดาห์ นับตั้งแต่วันเปิดภาคการศึกษาปกติ เมื่อพ้นกำหนดนี้แล้วสถาบันจะไม่อนุญาตให้นักศึกษาเพิ่มหรือเปลี่ยนรายวิชาเรียนไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น

ข้อ ๑๕ การขอลดรายวิชาเรียนให้ถือปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

๑๕.๑ การขอลดรายวิชาเรียน ต้องไม่ส่งผลให้ขัดต่อข้อ ๑๐.๔

๑๕.๒ นักศึกษาที่ต้องการลดรายวิชาเรียนให้ดำเนินการตามกำหนดการที่ประกาศไว้ในปฏิทินการศึกษา

-๗-

หมวด ๗
การศึกษาแบบร่วมเรียน

ข้อ ๑๖ การศึกษาแบบร่วมเรียน (Audit) เป็นการศึกษาของนักศึกษาหรือบุคคลภายนอกที่ขอเข้าศึกษา เพื่อเพิ่มพูนความรู้โดยไม่รับหน่วยกิตรวมเข้าเป็นหน่วยกิตที่กำหนดไว้ตามหลักสูตร

ข้อ ๑๗ การลงทะเบียนวิชาเรียนแบบร่วมเรียน จะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับการเรียนวิชาเรียนปกติ

ข้อ ๑๘ ถ้านักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชาใดแบบร่วมเรียนแล้ว จะลงทะเบียนเรียนรายวิชานั้นซ้ำเพื่อจะนับหน่วยกิตในภายหลังมิได้ เว้นแต่ ในกรณีที่มีการย้ายหลักสูตรและรายวิชานั้นเป็นรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรให้มีการเรียนและนับหน่วยกิต

ข้อ ๑๙ การลงทะเบียนวิชาเรียน การเพิ่ม เปลี่ยน และถอนรายวิชาเรียนของการศึกษาแบบร่วมเรียนให้ปฏิบัติตามหมวด ๕ และหมวด ๖ แห่งข้อบังคับนี้

ข้อ ๒๐ การประเมินผลรายวิชาเรียนที่ลงทะเบียนวิชาเรียนแบบร่วมเรียน ให้คิดค่าระดับคะแนนเป็น S หรือ U

หมวด ๘

การวัดและประเมินผลการศึกษา

ข้อ ๒๑ การวัดผลการศึกษา

๒๑.๑ ให้คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการหรือคณะกรรมการประจำส่วนงานอื่น ๆ ที่รับผิดชอบรายวิชานั้น ๆ เป็นผู้พิจารณาอนุมัติการวัดผลการศึกษา

วิธีการวัดผลการศึกษากระทำได้โดยต้องวัดผลของการสอบปลายภาคการศึกษาโดยอาจวัดผลร่วมกับการสอบหรือการทดสอบประเภทอื่น

๒๑.๒ ให้ใช้ระบบหน่วยกิตเป็นหลักในการวัดผลการศึกษาการวัดและรายงานผลการศึกษาให้กำหนดค่าระดับคะแนนเป็นตัวอักษรและการคิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ยให้เทียบค่าตัวอักษรเป็นแต้ม ดังนี้

ค่าระดับคะแนน	แต้ม	ผลการศึกษา
A	๔.๐๐	ดีเลิศ (Excellent)
B+	๓.๕๐	ดีมาก (Very Good)
B	๓.๐๐	ดี (Good)
C+	๒.๕๐	ดีพอใช้ (Fairly Good)
C	๒.๐๐	พอใช้ (Fair)
D+	๑.๕๐	อ่อน (Poor)
D	๑.๐๐	อ่อนมาก (Very Poor)
F	๐	ตก (Failed)
I	-	ไม่สมบูรณ์ (Incomplete)

-๘-		
S	-	พอใจ (Satisfactory)
U	-	ไม่พอใจ (Unsatisfactory)
T	-	รับโอน (Transfer)

๒๑.๓ การให้ค่าระดับคะแนน A B+ B C+ C D+ D F จะกระทำได้ในรายวิชาเรียนที่นักศึกษาเข้าสอบ และ/หรือมีผลงานที่ประเมินผลได้เป็นลำดับขึ้น

๒๑.๔ การให้ค่าระดับคะแนน I จะกระทำเฉพาะในรายวิชา วิทยานิพนธ์ บริณยานิพนธ์ โครงการพิเศษ ปัญหาพิเศษ การศึกษาอิสระ สหกิจศึกษา หรือรายวิชาที่เรียกชื่ออย่างอื่นที่เทียบเท่าที่นักศึกษาบางส่วนในรายวิชานั้นไม่สมบูรณ์ หรือไม่สามารถส่งงานที่ได้รับมอบหมายให้ทันเวลา โดยการแก้ระดับคะแนน I ในรายวิชาดังกล่าวจะต้องกระทำให้เสร็จสิ้นภายใน ๑ ปี นับตั้งแต่วันที่ตัดจกวันสุดท้ายที่สำคัญทะเบียนและประมวลผลกำหนดส่งคะแนนในภาคการศึกษานั้น ๆ

๒๑.๕ ในรายวิชาประเภทฝึกงานตามข้อ ๒๓.๔ หรือรายวิชาอื่น ๆ นอกเหนือจากรายวิชา ที่ต้องให้ค่าระดับคะแนนตามข้อ ๒๑.๓ หากผลการปฏิบัติหรือผลการฝึกหรือผลการเรียนเป็นที่พอใจ ให้ได้ค่าระดับคะแนน S และหากผลการปฏิบัติหรือผลการฝึกหรือผลการเรียนไม่เป็นที่พอใจ ให้ได้ค่าระดับคะแนน U การจะสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรได้ในรายวิชาเรียนประเภทนี้ต้องได้ค่าระดับคะแนน S

๒๑.๖ การให้ค่าระดับคะแนน T จะกระทำเฉพาะในรายวิชาที่มีการเทียบโอนผลการเรียน

๒๑.๗ ค่าระดับคะแนนที่ถือเป็นการสอบผ่าน ได้แก่ A B+ B C+ C D+ D S T

ข้อ ๒๒ การสอบปลายภาคการศึกษา ให้ถือปฏิบัติดังนี้

๒๒.๑ นักศึกษาทุกคนต้องเข้าสอบปลายภาคการศึกษา โดยการสอบให้ถือตามวัน เวลา และสถานที่ ที่ปรากฏในตารางสอบ นักศึกษาที่ขาดสอบปลายภาคในรายวิชาใดให้ตกในรายวิชานั้น

๒๒.๒ นักศึกษาซึ่งมีเวลาเรียนรายวิชาใดต่ำกว่าร้อยละ ๘๐ ให้ถือว่าไม่มีสิทธิสอบและให้ตกในรายวิชานั้น การคิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ยให้นำหน่วยกิตของรายวิชานั้นไปคิดด้วย

๒๒.๓ เหตุสุดวิสัยที่สามารถยื่นเรื่องขอลอนรายวิชาเป็นกรณีพิเศษ ได้แก่

๒๒.๓.๑ ป่วยหรือประสบอุบัติเหตุ ต้องมีใบรับรองแพทย์จากโรงพยาบาลของรัฐบาลหรือของเอกชน ซึ่งแพทย์วินิจฉัยว่าไม่สามารถมาสอบได้ เพื่อประกอบการพิจารณา

๒๒.๓.๒ อุบัติเหตุหน้าไฟ

๒๒.๓.๓ บุพการี ผู้ปกครอง พี่หรือน้องร่วมบิดามารดาเดียวกันเสียชีวิต ประสบอุบัติเหตุ หรือเจ็บป่วย ที่นักศึกษามีความจำเป็นต้องอยู่ช่วยเหลือ โดยต้องมีหลักฐานรับรองสนับสนุนในเหตุนี้ ๆ เพื่อประกอบการพิจารณา

๒๒.๔ นักศึกษาที่ได้รับอนุมัติจากสถาบันให้เข้าร่วมหรือแข่งขันทางวิชาการ หรือกิจกรรมระดับชาติหรือนานาชาติ ที่สร้างชื่อเสียงให้กับสถาบันให้จัดสอบนักศึกษาก่อนหรือหลังกำหนดการสอบปลายภาคได้

ข้อ ๒๓ นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ จะไม่ได้รับการพิจารณาผลการเรียนในภาคการศึกษานั้น นักศึกษาที่กระทำทุจริตนั้น และพักการเรียนในภาคการศึกษาปกติถัดไปอีก ๑ ภาคการศึกษา หากภาคการศึกษาถัดไป คือ ภาคการศึกษาพิเศษ ให้พักการเรียนในภาคการศึกษาพิเศษ และภาคการศึกษาปกติถัดไป อีก ๑ ภาคการศึกษา

-๙-

ข้อ ๒๔ การคิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ย

๒๔.๑ การคิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ยจะกระทำเมื่อสิ้นภาคการศึกษาแต่ละภาค ในการคิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ยให้ดำเนินการดังนี้ คือ ให้คุณหน่วยกิตด้วยค่าระดับคะแนนเป็นรายวิชา แล้วรวมกัน เสร็จแล้วจึงหารด้วยจำนวนหน่วยกิตรวมทุกรายวิชา ให้มีทศนิยมสองตำแหน่งโดยไม่มีการปัดเศษ ทั้งนี้ ให้คิดรายวิชาที่เรียนซ้ำตามข้อ ๑๑ ด้วย แต่รายวิชาที่วัดผลเป็นค่าระดับคะแนน S, U หรือ T ไม่ต้องนำมาคิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ย

๒๔.๒ ให้คิดค่าระดับคะแนนเฉลี่ยเป็น ๓ ประเภทดังนี้

๒๔.๒.๑ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษา (Grade point average of semester : GPS) คือ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่คิดเฉพาะรายวิชาที่เรียนในภาคการศึกษานั้น

๒๔.๒.๒ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (Cumulative grade point average : GPA) คือ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่คิดจากรายวิชาที่เรียนตั้งแต่ภาคการศึกษาแรกจนถึงภาคการศึกษาปัจจุบัน

๒๔.๒.๓ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตามโครงสร้างหลักสูตร คือ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยที่คิดเฉพาะรายวิชาที่กำหนดไว้ในโครงสร้างหลักสูตร

ข้อ ๒๕ การภาคทัณฑ์

นักศึกษาซึ่งได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า ๒.๐๐ ต้องถูกภาคทัณฑ์ไว้ในระหว่างภาคทัณฑ์ ถ้าระดับคะแนนเฉลี่ยประจำภาคการศึกษาถัดไปต่ำกว่า ๒.๐๐ ให้นักศึกษานั้นพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา นักศึกษาซึ่งถูกภาคทัณฑ์ไว้จะพ้นภาคทัณฑ์เมื่อได้รับค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐

ข้อ ๒๖ ให้สำนักทะเบียนและประมวลผลเป็นผู้ดำเนินการประมวลผลและรายงานผลการศึกษา

หมวด ๙
การสำเร็จการศึกษา

ข้อ ๒๗ นักศึกษาที่จะสำเร็จการศึกษาต้องอยู่ในหลักเกณฑ์ดังนี้

๒๗.๑ เรียนครบหน่วยกิตและสอบผ่านทุกรายวิชาตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของหลักสูตรที่ศึกษาโดยต้องได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตามโครงสร้างหลักสูตรไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐

๒๗.๒ ได้ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมทุกรายวิชาไม่ต่ำกว่า ๒.๐๐

๒๗.๓ ได้ค่าระดับคะแนนการสอบภาษาอังกฤษ (Exit exam) และคะแนนการสอบประเภทอื่น ๆ (ถ้ามี) ตามประกาศสถาบัน

๒๗.๔ เป็นผู้ไม่มีเกียรตินิยมและศักดิ์ของนักศึกษาตามหมวด ๑๔ ของข้อบังคับนี้

๒๗.๕ ต้องไม่เป็นผู้นั้นสิ้นหรือภาวะผูกพันกับสถาบัน

ข้อ ๒๘ ให้ผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผลส่งรายชื่อนักศึกษาตามข้อ ๒๗ ให้คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการเป็นผู้อนุมัติการสำเร็จการศึกษาและให้ส่วนงานวิชาการแจ้งการอนุมัติการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาดังกล่าวให้สำนักทะเบียนและประมวลผล เพื่อนำเสนอสภาสถาบันอนุมัติปริญญาต่อไป

-๑๐-

ข้อ ๒๙ เกียรตินิยมสำหรับผู้สำเร็จการศึกษา

๒๙.๑ นักศึกษาที่จะได้รับปริญญาเกียรตินิยมจะต้องอยู่ในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

๒๙.๑.๑ มีระยะเวลาการศึกษาไม่เกินระยะเวลาตามแผนการศึกษาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ทั้งนี้ ไม่นับรวมภาคการศึกษาพิเศษของปีการศึกษาสุดท้ายตามแผนการศึกษา

๒๙.๑.๒ ไม่มีรายวิชาใดได้เกรด F หรือ U

๒๙.๑.๓ ไม่เคยศึกษาซ้ำรายวิชาใด เพื่อเปลี่ยนระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมแล้วทำให้ส่งผลต่อการได้รับปริญญาเกียรตินิยม

๒๙.๑.๔ ไม่เคยลาพักการศึกษา เนื่องจากไม่ได้ลงทะเบียนเรียนตามกำหนด หรือไม่เคยถูกลงโทษเนื่องจากผิดวินัยนักศึกษา

๒๙.๑.๕ ในกรณีที่นักศึกษาไปศึกษาระยะสั้นหรือฝึกงานที่ต่างประเทศ จนเป็นเหตุให้ไม่สำเร็จการศึกษาในระยะเวลาตามแผนการศึกษาที่กำหนด อาจยื่นคำร้องเพื่อขอยกเว้นการนับระยะเวลาช่วงที่ไปศึกษาหรือฝึกงานที่ต่างประเทศได้ โดยให้อำนาจคณะกรรมการสำนักทะเบียนและประมวลผลเป็นผู้พิจารณา

๒๙.๒ การให้ปริญญาเกียรตินิยม แบ่งเป็นดังนี้

๒๙.๒.๑ เกียรตินิยมอันดับหนึ่งและเหรียญทองต้องเป็นผู้ได้รับค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตามโครงสร้างหลักสูตรสูงสุดในกลุ่มผู้สำเร็จการศึกษาในปีการศึกษาเดียวกันในแต่ละหลักสูตร ทั้งนี้ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตามโครงสร้างหลักสูตรและค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า ๓.๗๕ และต้องไม่เทียบโอนผลการเรียนจากสถาบันการศึกษาอื่น

๒๙.๒.๒ เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง ต้องเป็นผู้ได้รับค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตามโครงสร้างหลักสูตรและค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า ๓.๕๐ ในกรณีที่โอนผลการเรียนจากสถาบันการศึกษาอื่น ทุกรายวิชาต้องได้ค่าระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า B และจะต้องศึกษารายวิชาในหลักสูตรของสถาบันไม่น้อยกว่าสามในสี่ของจำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

๒๙.๒.๓ เกียรตินิยมอันดับสอง ต้องเป็นผู้ได้รับค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมตามโครงสร้างหลักสูตรและค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า ๓.๒๕ ในกรณีที่โอนผลการเรียนจากสถาบันการศึกษาอื่น ทุกรายวิชาต้องได้ค่าระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า B และจะต้องศึกษารายวิชาในหลักสูตรของสถาบันไม่น้อยกว่าสามในสี่ของจำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

หมวด ๑๐

การโอนผลการเรียนและการเทียบโอนผลการเรียน

ข้อ ๓๐ สถาบันอาจกำหนดหลักเกณฑ์ในการที่จะรับโอน หรือไม่รับโอนนิสิตนักศึกษา และหน่วยกิตจากสถาบันอุดมศึกษาอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ตามหลักเกณฑ์การเทียบโอนผลการเรียนระดับปริญญาเข้าสู่การศึกษาในระบบของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และหลักเกณฑ์ของสถาบันที่กำหนดไว้ในข้อบังคับนี้ และตามประกาศของสถาบันที่จะออกใช้บังคับต่อไป

ข้อ ๓๑ สถาบันกำหนดให้มีการเทียบโอนผลการเรียนจากการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ การศึกษาตามอัธยาศัย และจากผลการเรียนตามโครงการเรียนล่วงหน้า โดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ

-๑๓-

๓๑.๑ การโอนผลการเรียน เป็นการขอเทียบรายวิชา (ถ้ามี) การขอโอนหน่วยกิต และค่าระดับคะแนนของรายวิชาที่ได้เคยศึกษามาแล้ว ผลการเรียนที่สามารถนำมาโอนได้ มีดังนี้

- ๓๑.๑.๑ ผลการเรียนจากการขอย้ายหลักสูตรภายในสถาบัน
- ๓๑.๑.๒ ผลการเรียนของรายวิชาที่เคยศึกษาในสถาบัน
- ๓๑.๑.๓ ผลการทดสอบที่สถาบันจัดสอบพิเศษอื่นๆ
- ๓๑.๑.๔ ผลการเรียนที่นักศึกษาไปศึกษาในสถาบันอื่นในประเทศ

หรือต่างประเทศตามโครงการความร่วมมือในการผลิตบัณฑิตร่วมกัน หรือตามโครงการแลกเปลี่ยนทางวิชาการ หรือนักศึกษาไปศึกษาด้วยตนเอง โดยได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ ก่อนไปลงทะเบียนเรียน

- ๓๑.๑.๕ ผลการเรียนจากโครงการเรียนล่วงหน้าของสถาบัน
- ๓๑.๑.๖ ผลการเรียนหรือผลการสอบก่อนเข้าศึกษา จัดโดย

หน่วยงานระดับชาติหรือนานาชาติที่ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการและผ่านความเห็นชอบจากสภามหาวิทยาลัย

๓๑.๒ การเทียบโอนผลการเรียน เป็นการขอเทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิต ของรายวิชาที่ได้เคยศึกษามาแล้ว ผลการเรียนที่สามารถนำมาเทียบโอนได้ มีดังนี้

- ๓๑.๒.๑ ผลการเรียนจากการศึกษาในระบบ จากสถาบันการศึกษา
- ๓๑.๒.๒ ผลการเรียนจากการศึกษานอกระบบ หรือการศึกษาตาม

อัธยาศัย

๓๑.๓ หลักเกณฑ์การเทียบรายวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต ยกเว้น การโอน ผลการเรียนจากการเรียนล่วงหน้า

๓๑.๓.๑ การเทียบรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาจะต้องมีเนื้อหาสาระ ครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาเรียนหรือกลุ่มรายวิชาเรียนที่ขอเทียบ

๓๑.๓.๒ การเทียบรายวิชาเรียนหรือกลุ่มรายวิชาจะต้องได้รับอนุมัติ จากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการเจ้าของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชา

๓๑.๓.๓ ให้โอนหน่วยกิตได้เฉพาะรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่สอบได้ ค่าระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C+ หรือ ๒.๕๐ หรือเทียบเท่า เว้นแต่ เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่เทียบจาก ผลการศึกษาในสถาบันให้โอนหน่วยกิตได้ตั้งแต่ระดับคะแนน C หรือ ๒.๐๐ ขึ้นไป ทั้งนี้ ต้องได้รับอนุมัติจาก คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการต้นสังกัดของนักศึกษา

๓๑.๓.๔ ให้โอนหน่วยกิตได้ไม่เกินหนึ่งในสามของหน่วยกิตทั้งหมด ในหลักสูตรที่เข้าศึกษา ยกเว้น กรณีที่นักศึกษาเข้าศึกษาต่อเพื่อรับปริญญาที่สองหรือเคยเป็นนักศึกษาของ สถาบัน ให้สามารถเทียบโอนได้ไม่เกินสามในสี่ของจำนวนหน่วยกิตของหลักสูตรที่เข้าศึกษา

๓๑.๓.๕ ผลการเรียนรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอโอนหน่วยกิต ต้องไม่เกิน ๕ ปี

๓๑.๔ นักศึกษาที่ได้รับการโอนหรือเทียบโอนผลการเรียนตามข้อบังคับนี้ จะต้องใช้เวลาศึกษาในสถาบันไม่น้อยกว่า ๑ ปีการศึกษาขึ้นไป

-๑๒-

๓๑.๕ หลักเกณฑ์การเทียบรายวิชาเรียน และโอนหน่วยกิตจากโครงการ

เรียนล่วงหน้า

๓๑.๕.๑ การจัดการศึกษาตามโครงการเรียนล่วงหน้า (Advanced Placement Program) เป็นการจัดการศึกษาโดยความร่วมมือระหว่างสถาบันและโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ โดยนักเรียนของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการสามารถลงทะเบียนวิชาเรียนในรายวิชาเรียนล่วงหน้าและเมื่อผ่านการวัดผลตามผลการเรียนที่กำหนดไว้ สามารถจะนำรายวิชาเรียนนั้นมาเทียบโอนเป็นหน่วยกิตในหลักสูตรได้ ให้นำระดับคะแนนมาคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วย

๓๑.๕.๒ การเทียบโอนรายวิชาเรียนที่ได้ลงทะเบียนวิชาเรียนในสถาบันตามโครงการเรียนล่วงหน้า ให้เทียบโอนได้ในรายวิชาเรียนที่สอบได้ค่าระดับคะแนนไม่ต่ำกว่า C+ หรือ ๒.๕๐ หรือเทียบเท่า โดยให้นำระดับคะแนนมาคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วย

๓๑.๕.๓ การเทียบโอนรายวิชาเรียน ที่ได้ลงทะเบียนวิชาเรียนในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการเรียนล่วงหน้า ให้เทียบโอนได้เฉพาะรายวิชาเรียนที่ผ่านการประเมินเนื้อหา โดยส่วนงานวิชาการผู้รับผิดชอบรายวิชาเรียนที่ต้องการเทียบโอนและได้รับความเห็นชอบจากสถาบันแล้ว ทั้งนี้ ผลการประเมินจะต้องมีเนื้อหาครอบคลุมรายวิชาเรียนที่ต้องการเทียบโอนไม่น้อยกว่าสามในสี่และจะต้องได้ระดับคะแนนไม่น้อยกว่า B+ หรือ ๓.๕๐ หรือเทียบเท่า โดยให้นำระดับคะแนนมาคำนวณค่าระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมด้วย

๓๑.๕.๔ นักศึกษาจะเทียบรายวิชาเรียน และโอนหน่วยกิตได้ไม่เกินหนึ่งในสี่ของจำนวนหน่วยกิตทั้งหมดในหลักสูตรที่ขอเทียบโอนนั้น โดยจะต้องลงทะเบียนวิชาเรียนและชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาตามระเบียบและประกาศของสถาบัน

๓๑.๕.๕ การเทียบรายวิชาเรียนและโอนหน่วยกิตจะดำเนินการได้ภายใน ๒ ปี นับตั้งแต่วันที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

๓๑.๕.๖ การเทียบรายวิชาเรียนและโอนหน่วยกิต ต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ จากนั้นให้ส่วนงานวิชาการแจ้งผลการพิจารณาให้สำนักทะเบียนและประมวลผลดำเนินการต่อไป

๓๑.๖ ในการขอเทียบรายวิชาเรียนและขอโอนผลการเรียน ตามข้อ ๓๑.๖-๓๑.๓ ให้นักศึกษายื่นคำร้องขอเทียบรายวิชาเรียนที่ส่วนงานวิชาการภายใน ๖ สัปดาห์ นับตั้งแต่วันเปิดภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา หากเกินกำหนดถือว่านักศึกษาสละสิทธิ์ เว้นแต่มีเหตุจำเป็น ให้เป็นดุลยพินิจของหัวหน้าส่วนงานวิชาการในการพิจารณา และให้แจ้งสำนักทะเบียนและประมวลผลเพื่อทำการโอนผลการเรียนต่อไป ทั้งนี้ ต้องดำเนินการก่อนวันสุดท้ายของการเรียนการสอนในภาคการศึกษาแรกที่เข้าศึกษา ยกเว้น การโอนผลการเรียนจากการลงทะเบียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา

ข้อ ๓๒ สถาบันหรือส่วนงานวิชาการอาจมีการจัดสอบพิเศษอื่น ๆ เช่น Placement Test ซึ่งหากนักศึกษาสอบผ่านตามหลักเกณฑ์ที่สถาบันหรือส่วนงานวิชาการกำหนดแล้ว สามารถยกเว้นไม่ต้องสอบรายวิชาที่เกี่ยวข้องได้

ข้อ ๓๓ การย้ายหลักสูตร มีหลักเกณฑ์ดังนี้

๓๓.๑ มีสถานภาพเป็นนักศึกษา

๓๓.๒ ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการของหลักสูตร

เก่าและหลักสูตรใหม่

๓๓.๓ ต้องศึกษามาแล้วไม่น้อยกว่า ๒ ภาคการศึกษาปกติ และมีหน่วยกิต

สะสมไม่น้อยกว่า ๓๐ หน่วยกิต

-๑๓-

๓๓.๔ ยื่นคำร้องต่อหัวหน้าส่วนงานวิชาการ ก่อนการเปิดภาคการศึกษาปกติ
ในภาคการศึกษานั้นไม่น้อยกว่า ๒ สัปดาห์

๓๓.๕ หลักเกณฑ์อื่น ๆ เพิ่มเติมจากที่กำหนดในข้อ ๓๓.๑-๓๓.๔ ให้เป็นไป
ตามแต่ละส่วนงานวิชาการกำหนด โดยทำเป็นประกาศของส่วนงานวิชาการ

๓๓.๖ ผลการพิจารณาของคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการให้ถือเป็นที่สุด

หมวด ๑๑

การลา และการฟื้นฟูสภาพการเป็นนักศึกษา

ข้อ ๓๔ การลา

๓๔.๑ การลาแบ่งเป็น ๔ ประเภท คือ

๓๔.๑.๑ การลาป่วย

๓๔.๑.๒ การลากิจ

๓๔.๑.๓ การลาพักการศึกษา

๓๔.๑.๔ การลาออก

๓๔.๒ การลาป่วย

๓๔.๒.๑ การลาป่วยในระหว่างเรียน นักศึกษาต้องยื่นใบลาต่อ
อาจารย์ประจำวิชาในวันแรกที่กลับเข้ามาเรียน ในกรณีทีลาป่วยตั้งแต่ ๕ วันขึ้นไปต้องมีใบรับรองแพทย์
โดยยื่นต่ออาจารย์ประจำวิชา

๓๔.๒.๒ การลาป่วยในระหว่างการสอบ ให้ถือปฏิบัติตามข้อ ๒๒.๓.๑

๓๔.๓ การลากิจ

๓๔.๓.๑ นักศึกษาที่จำเป็นต้องลาระหว่างชั่วโมงเรียน ต้องขอ
อนุญาตจากอาจารย์ประจำวิชานั้น

๓๔.๓.๒ นักศึกษาที่จะต้องลากิจตั้งแต่ ๑ วันขึ้นไป ต้องยื่นใบลา
ก่อนวันลาพร้อมด้วยเหตุผลและคำรับรองของผู้ปกครองหรืออาจารย์ที่ปรึกษาอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยยื่นต่อ
อาจารย์ประจำวิชา

๓๔.๓.๓ การลากิจที่อยู่ในระหว่างการสอบ ให้ถือปฏิบัติตาม
ข้อ ๒๒.๓.๒-๒๒.๓.๓ และ ๒๒.๔

๓๔.๔ การลาพักการศึกษา

๓๔.๔.๑ การลาพักการศึกษาเป็นการลาพักทั้งภาคการศึกษา หากได้
ลงทะเบียนวิชาเรียนไปแล้ว ถือเป็นการยกเลิกการลงทะเบียนนั้น โดยรายวิชาเรียนที่ได้ลงทะเบียนทั้งหมด
จะไม่ปรากฏในใบแสดงผลการศึกษา

๓๔.๔.๒ สถาบันจะอนุญาตให้นักศึกษาลาพักการศึกษาได้ ในกรณีดังนี้
๓๔.๔.๒.๑ ป่วย ต้องมีใบรับรองแพทย์จากโรงพยาบาลของรัฐ
หรือเอกชนซึ่งแพทย์วินิจฉัยว่าต้องพักรักษาตัว

๓๔.๔.๒.๒ ประสบอุบัติเหตุจนต้องพักรักษาตัวนานเกิน ๒๐ วัน

๓๔.๔.๒.๓ ถูกเกณฑ์ หรือระดมเข้ารับราชการทหาร

๓๔.๔.๒.๔ ได้รับทุนแลกเปลี่ยนนักศึกษาระหว่างประเทศ
หรือทุนอื่นใดที่สถาบันเห็นสมควรให้การสนับสนุน

-๑๕-

๓๔.๔.๒.๕ ไม่ลงทะเบียนเรียน ภายในระยะเวลาที่สถาบัน

กำหนด

๓๔.๔.๓ นักศึกษาสามารถลาพักการศึกษาได้ครั้งละ ๑ ภาคการศึกษาปกติ และลาพักการศึกษาติดต่อกันได้ไม่เกิน ๑ ปีการศึกษา โดยให้นักศึกษาหรือผู้ปกครองในกรณีที่นักศึกษาไม่อาจดำเนินการด้วยตนเองได้ยื่นคำร้องขอลาพักการศึกษาพร้อมหลักฐานตามกรณีต่อผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผล การลาพักการศึกษานี้ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง ทั้งนี้ จะต้องลาพักการศึกษาให้แล้วเสร็จก่อนการสอบปลายภาคของภาคการศึกษาที่ต้องการลาพักการศึกษา

๓๔.๔.๔ นักศึกษาใหม่ ไม่มีสิทธิขอลาพักการศึกษาในภาคการศึกษาแรก ยกเว้น มีเหตุสุดวิสัย ให้เสนออธิการบดีพิจารณาอนุมัติเป็นรายกรณีไป

๓๔.๔.๕ นักศึกษาที่ได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษา ต้องชำระค่ารักษาสถานภาพนักศึกษาทุกภาคการศึกษาปกติ ยกเว้น ภาคการศึกษาที่ได้ลงทะเบียนวิชาเรียนและชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาไปก่อนแล้ว

๓๔.๔.๖ นักศึกษาที่ต้องการลาพักการศึกษากว่า ๑ ปีการศึกษา จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผล โดยนักศึกษาจะต้องชำระค่ารักษาสถานภาพนักศึกษาทุกภาคการศึกษาปกติ

๓๔.๔.๗ นักศึกษาที่ได้รับอนุมัติให้ลาพักการศึกษา ให้นับรวมระยะเวลาที่ลาพักการศึกษาอยู่ในระยะเวลาตามหลักสูตรด้วย

๓๔.๕ การลาออก ให้นักศึกษายื่นคำร้องขอลาออกต่อผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผล โดยต้องได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง ทั้งนี้ ผู้ที่จะได้รับการอนุมัติให้ลาออกได้ จะต้องไม่มีหนี้สินกับทางสถาบัน

๓๔.๖ การพ้นสภาพการเป็นนักศึกษา มีในกรณีดังต่อไปนี้

๓๔.๖.๑ เสียชีวิต

๓๔.๖.๒ ลาออก

๓๔.๖.๓ ถูกลงโทษให้ออกไล่ออกจากสถาบัน ตามหมวด ๓๓

๓๔.๖.๔ ขาดคุณสมบัติการเข้าเป็นนักศึกษาของสถาบัน

๓๔.๖.๕ ไม่ลงทะเบียนวิชาเรียน

๓๔.๖.๖ ไม่รักษาสถานภาพนักศึกษายาวในเวลาที่สถาบันกำหนด

๓๔.๖.๗ ศึกษาอยู่ในสถาบันเกินระยะเวลาการศึกษาตามข้อ ๖.๔ ทั้งนี้ ให้นับรวมระยะเวลาที่ลาพักการศึกษา หรือถูกลงโทษพักการเรียนด้วย

๓๔.๖.๘ ทุจริตในการสอบมากกว่า ๑ ครั้ง

๓๔.๖.๙ สถาบันมีประกาศให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา เนื่องจากกระทำผิดข้อบังคับหรือระเบียบของสถาบัน

๓๔.๖.๑๐ ไม่ชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาและค่าปรับตามกำหนด

ในข้อ ๑๐.๕

๓๔.๗ ในทุกสิ้นภาคการศึกษา ให้ผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผลประกาศรายชื่อผู้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา และถอนรายชื่อออกจากการเป็นนักศึกษา โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากหัวหน้าส่วนงานวิชาการก่อนดำเนินการดังกล่าว

๓๔.๘ ในกรณีที่นักศึกษาพ้นสภาพเนื่องจากเสียชีวิต ให้ส่วนงานวิชาการที่นักศึกษาสังกัดแจ้งส่วนงานที่เกี่ยวข้องทราบโดยเร็ว

-๑๕-

๓๔.๙ ในกรณีที่มีความจำเป็น นักศึกษาที่พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา เนื่องจาก "ลาออก" ตามข้อ ๓๔.๕ หรือ ไม่ลงทะเบียนและไม่รักษาสถานภาพอาจยื่นคำร้องขอกลับเข้าศึกษา ในสถาบันได้ โดยให้อธิการบดีเป็นผู้อนุมัติโดยความเห็นชอบของหัวหน้าส่วนงานวิชาการที่นักศึกษาสังกัด โดยให้นักศึกษาลาพักการศึกษาอย่างน้อยหนึ่ง และชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาให้ครบถ้วน ทั้งนี้ ต้องไม่เกิน ๑ ปี นับจากวันที่พ้นสภาพนักศึกษาและต้องไม่ขัดกับระยะเวลาการศึกษาตามข้อ ๖.๔

หมวด ๑๒

การศึกษาระดับการศึกษาพิเศษ

ข้อ ๓๕ นักศึกษาของสถาบันที่จะเข้าศึกษาในภาคการศึกษาพิเศษ ต้องยื่นคำร้องต่อ หัวหน้าส่วนงานวิชาการที่เป็นผู้รับผิดชอบรายวิชานั้น เพื่อขอเปิดรายวิชาเรียน

ข้อ ๓๖ รายวิชาเรียนที่จะเปิดสอน ต้องเป็นรายวิชาเรียนที่มีอยู่ในหลักสูตรของแต่ละ ส่วนงานวิชาการโดยหัวหน้าส่วนงานวิชาการเป็นผู้พิจารณาอนุมัติการเปิดสอนเมื่อมีอาจารย์ที่สามารถสอนวิชานั้น รับสอน

กรณีที่ไม่มีอาจารย์เปิดสอนได้ นักศึกษาอาจจะเลือกเรียนรายวิชาเรียนต่างหลักสูตร ที่มีเนื้อหาวิชาเทียบเคียงได้กับรายวิชาเรียนที่ต้องการเรียน โดยยื่นคำร้องขอเทียบรายวิชาเรียนต่อหัวหน้า ส่วนงานวิชาการเพื่อพิจารณาอนุมัติก่อนไปศึกษา หลังจากนั้นให้ส่วนงานวิชาการแจ้งให้สำนักทะเบียนและ ประมวลผลเพื่อดำเนินการต่อไป

ข้อ ๓๗ การสอนภาคการศึกษาพิเศษให้มีเวลาทำการสอนไม่น้อยกว่า ๕ สัปดาห์ โดยให้มีจำนวนชั่วโมงเรียนทั้งหมดเท่ากับภาคการศึกษาปกติ

ข้อ ๓๘ การลงทะเบียนเรียนในภาคการศึกษาพิเศษ ให้เป็นไปตามข้อ ๑๐.๔ วรรคสอง

ข้อ ๓๙ การเพิ่ม เปลี่ยนวิชาเรียน ให้ดำเนินการภายใน ๑ สัปดาห์นับตั้งแต่วันเปิด ภาคการศึกษา สำหรับการถอนวิชาเรียนให้ดำเนินการก่อนการสอบภาคการศึกษาพิเศษ จะเริ่มต้น ๑ สัปดาห์ เว้นแต่ มีเหตุสุดวิสัยตามข้อ ๒๒.๓

ข้อ ๔๐ การวัดและประมวลผลการศึกษาให้เป็นไปตามหมวด ๘ ของข้อบังคับนี้

ข้อ ๔๑ การชำระค่าธรรมเนียมการศึกษา ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในระเบียบหรือ ประกาศของสถาบัน

หมวด ๑๓

วินัยนักศึกษา

ข้อ ๔๒ นักศึกษาต้องรักษาวินัยตามข้อบังคับนี้โดยเคร่งครัดอยู่เสมอ ผู้ใดฝ่าฝืน หรือไม่ปฏิบัติตามให้ถือว่าผู้นั้นกระทำความผิดทางวินัยและต้องได้รับโทษตามที่กำหนดไว้ในข้อบังคับนี้

๔๒.๑ นักศึกษาต้องแต่งกายให้สุภาพเรียบร้อย

๔๒.๒ นักศึกษาต้องแสดงความเคารพต่ออาจารย์หรือบุคลากรของสถาบัน

๔๒.๓ นักศึกษาต้องเป็นผู้มีกิริยามารยาทเรียบร้อย และประพฤติตน หรือวางตนให้เหมาะสม และต้องไม่ประพฤติตนในสิ่งที่จะนำมาซึ่งความเสื่อมเสียชื่อเสียง หรือเกียรติศักดิ์แก่ ตนเองหรือสถาบัน

-๑๖-

๔๒.๔ นักศึกษาต้องไม่สูบบุหรี่ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน การสอบ หรือ
ภายในสถาบัน

๔๒.๕ นักศึกษาต้องไม่เสพสุราหรือของมึนเมาในสถาบัน

๔๒.๖ ความผิดวินัยอย่างร้ายแรง มีดังนี้

๔๒.๖.๑ การก่อกวนแก่งจอนเป็นเหตุให้ผู้อื่นได้รับความเสียหาย รวมถึง
การยุยงส่งเสริม หรือสนับสนุนหรือเป็นตัวการในการก่อให้เกิดเหตุการณ์ไม่สงบขึ้นภายในบริเวณสถาบัน เช่น
การก่อเหตุวิวาท การทำลายทรัพย์สินของทางสถาบัน การประพฤติตนเป็นอันธพาล หรือการชุมนุมประท้วง
เกินกว่า ๑๐ คนขึ้นไป โดยละเมิดกฎหมาย เป็นต้น

๔๒.๖.๒ การเสพสุราหรือของมึนเมาในสถาบัน

๔๒.๖.๓ การเสพยาเสพติดให้โทษที่ผิดกฎหมาย

๔๒.๖.๔ การพกพาอาวุธหรือสิ่งผิดกฎหมาย

๔๒.๖.๕ ทูจรีดในการสอบ

๔๒.๖.๖ การมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความไม่เคารพนับถืออาจารย์
หรือบุคลากรของสถาบันที่ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎหมายหรือข้อบังคับหรือระเบียบของสถาบัน ซึ่งคณะกรรมการ
รักษาวินัยวินิจฉัยแล้วว่าผิดวินัยอย่างร้ายแรง

๔๒.๖.๗ การปลอมแปลงลายมือชื่อผู้ปกครอง หรือลายมือชื่อบุคคลอื่น
เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการติดต่อกับสถาบัน อันเป็นเหตุที่ทำให้สถาบันได้รับความเสียหาย

๔๒.๖.๘ เล่นการพนันทุกประเภทในสถาบัน

๔๒.๖.๙ การกระทำการใด ๆ ที่ทำให้สถาบันได้รับความเสียหายหรือ
เสียชื่อเสียง เช่น รับจ้างสอบแทนผู้อื่นทั้งในและนอกสถาบัน การคัดลอกปริญญาบัตรหรือผลงานวิชาการ
จ้างงานให้ผู้อื่นทำปริญญาบัตรหรือผลงานวิชาการ เป็นต้น

๔๒.๖.๑๐ โทษอื่น ๆ ที่คณะกรรมการรักษาวินัยวินิจฉัยว่าเป็นโทษ
ร้ายแรง และเสนออธิการบดีพิจารณาแล้วเห็นชอบว่าร้ายแรง

ข้อ ๔๓ โทษทางวินัยอย่างไม่ร้ายแรงมี ๓ สถาน คือ

๔๓.๑ ว่ากล่าวตักเตือน

๔๓.๒ ภาคทัณฑ์

๔๓.๓ การให้ชดใช้ค่าเสียหาย

ข้อ ๔๔ โทษทางวินัยอย่างร้ายแรงมี ๓ สถาน คือ

๔๔.๑ พักการเรียน

๔๔.๒ ให้ออก

๔๔.๓ ไล่ออก

ข้อ ๔๕ นักศึกษาผู้ใดกระทำความผิดวินัยตามข้อ ๔๒ ยกเว้นข้อ ๔๒.๖.๕ ให้อธิการบดี
สั่งลงโทษตามควรแก่กรณีให้เหมาะสมกับความผิด แต่ถ้ามีเหตุอันควรลดหย่อน จะนำเหตุดังกล่าวมาประกอบการ
พิจารณาสำหรับการลดโทษด้วยก็ได้

-๓๗-

ข้อ ๔๖ ในกรณีที่นักศึกษากระทำความผิดทุจริตในการสอบตามข้อ ๔๒.๖.๕ โดยมีหลักฐานแห่งการทุจริตชัดเจนให้หัวหน้าส่วนงานวิชาการทำหน้าที่พิจารณาหรือสอบสวนการกระทำผิดของนักศึกษาให้แล้วเสร็จโดยเร็ว นับตั้งแต่วันที่ตรวจพบการทุจริต และเสนออธิการบดีให้ลงโทษ ตามข้อ ๒๓ เมื่ออธิการบดีสั่งลงโทษและลงนามในคำสั่งเรียบร้อยแล้ว ให้หัวหน้าส่วนงานวิชาการแจ้งคำสั่งลงโทษนั้นแก่นักศึกษาโดยไม่ชักช้า และให้แจ้งสำนักทะเบียนและประมวลผลด้วย

ข้อ ๔๗ นักศึกษาผู้ใดมีกรณีถูกกล่าวหาว่ากระทำความผิดวินัยตามข้อ ๔๒ ยกเว้น กรณีการทุจริตการสอบตามข้อ ๔๒.๖.๕ ให้คณะกรรมการรักษาวินัยที่สถาบันตั้งขึ้น มีอำนาจดำเนินการสอบสวนทางวินัยต่อนักศึกษาผู้ถูกกล่าวหาให้ได้โดยทันที เพื่อให้ได้ความจริงด้วยความยุติธรรม โดยดำเนินการให้แล้วเสร็จโดยเร็ว และเสนออธิการบดีให้ลงโทษตามควรแก่ความผิดเมื่ออธิการบดีสั่งลงโทษและลงนามในคำสั่งเรียบร้อยแล้ว ให้คณะกรรมการรักษาวินัยแจ้งคำสั่งลงโทษนั้นแก่นักศึกษาโดยไม่ชักช้า พร้อมทั้งให้แจ้งหัวหน้าส่วนงานวิชาการที่นักศึกษานั้นสังกัด และแจ้งสำนักทะเบียนและประมวลผลด้วย

การแต่งตั้ง การกำหนดอำนาจหน้าที่ และการประชุมของกรรมการรักษาวินัย นักศึกษาให้จัดทำเป็นประกาศของสถาบัน

ข้อ ๔๘ นักศึกษาผู้ใดถูกสั่งลงโทษตามข้อ ๔๖ หรือ ๔๗ ให้ผู้นั้นมีสิทธิอุทธรณ์ต่ออธิการบดีได้ โดยให้อุทธรณ์ภายใน ๓๐ วัน นับตั้งแต่วันที่ทราบคำสั่งทุกกรณี และต้องอุทธรณ์เป็นหนังสือลงลายมือชื่อของผู้อุทธรณ์ด้วย

เมื่ออธิการบดีได้วินิจฉัยแล้วให้คณะกรรมการรักษาวินัยที่สถาบันตั้งขึ้น หรือหัวหน้าส่วนงานวิชาการแล้วแต่กรณี ดำเนินการตามท้ออธิการบดีสั่งการต่อไปโดยไม่ชักช้า

หมวด ๑๔

การพิจารณาเกียรติและศักดิ์ของนักศึกษาซึ่งจะได้รับปริญญา หรืออนุปริญญา

ข้อ ๔๙ นักศึกษาจะมีสิทธิได้รับการเสนอชื่อให้ได้รับปริญญาหรืออนุปริญญา ต้องมีคุณสมบัติครบหลักเกณฑ์ตาม ข้อ ๒๗

ข้อ ๕๐ นักศึกษาซึ่งเป็นผู้มีเกียรติและศักดิ์สมควรพิจารณาเสนอสภาสถาบันให้ได้ปริญญาหรืออนุปริญญาของสถาบัน นอกจากจะต้องเป็นผู้ซึ่งมีคุณธรรมจริยธรรม เป็นผู้ซึ่งรักษาชื่อเสียงเกียรติคุณและประโยชน์ของสถาบัน เป็นผู้ซึ่งสุขภาพเรียบร้อย ปฏิบัติตามวินัยของนักศึกษา ข้อบังคับ และระเบียบของสถาบันแล้วจะต้องมีพฤติการณ์ด้านความประพฤติ ดังนี้

๕๐.๑ ไม่เป็นผู้ซึ่งมีจิตฟั่นเฟือนไม่สมประกอบโดยคำวินิจฉัยของแพทย์หรือผู้ที่ศาลสั่งให้เป็นคนเสมือนไร้ความสามารถ หรือไร้ความสามารถ

๕๐.๒ ไม่เป็นผู้เคยถูกจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุกหรืออยู่ในระหว่างต้องหาคดีอาญา เว้นแต่เป็นความผิดสุหโทษ หรือความผิดที่ได้กระทำโดยประมาท

๕๐.๓ ไม่เป็นผู้ซึ่งประพฤติชั่ว บกพร่องในศีลธรรม ประพฤติตนเป็นคนเสเพล เสพเครื่องทองของเมาจนไม่สามารถครองสติได้ มีหนี้สินรุงรัง หมกมุ่นในการพนัน ประพฤติผิดศีลธรรมชั่วช้า ซึ่งทำให้เสื่อมเสียชื่อเสียง

๕๐.๔ ไม่เป็นผู้ซึ่งก่อให้เกิดความแตกแยกความสามัคคีหรือก่อการวิวาท ในระหว่างนักศึกษาด้วยกัน หรือระหว่างนักศึกษาของสถาบัน กับนิสิตหรือนักศึกษาในสถาบันอื่นหรือบุคคลอื่น

-๑๘-

๕๐.๕ ไม่เป็นผู้ซึ่งแสดงอาการกระด้างกระเดื่อง ลบหลู่ดูหมิ่นต่อคณาจารย์ หรือบุคลากรของสถาบันที่ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎหมายหรือข้อบังคับหรือระเบียบของสถาบัน

๕๐.๖ ไม่เป็นผู้ซึ่งก้าวก่ายในอำนาจการบริหารงานของสถาบัน

๕๐.๗ ไม่เป็นผู้ซึ่งจงใจ หรือกระทำการอันก่อให้เกิดความเสียหายอย่าง ร้ายแรงแก่ทรัพย์สินของสถาบัน

๕๐.๘ ไม่เป็นผู้คัดลอกหรือจ้างวานให้ผู้อื่นทำปริญญาบัตร วิทยานิพนธ์ ปัญหาพิเศษ หรือที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น ให้แก่ตน

๕๐.๙ ไม่เป็นผู้รับจ้างทำปริญญาบัตร วิทยานิพนธ์ ปัญหาพิเศษ หรือ ที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น ให้ผู้อื่นหรือรับจ้างสอบแทนผู้อื่น

๕๐.๑๐ ไม่คัดลอกผลงานวิจัยของตนเองหรือผู้อื่น

๕๐.๑๑ ไม่มีหนี้สินผูกพันกับสถาบัน

ข้อ ๕๑ ในการขอเข้ารับพระราชทานปริญญาบัตร ให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และ วิธีการ ตามวัน เวลา สถานที่ ที่กำหนดในปฏิทินการศึกษาของสถาบัน พร้อมทั้งชำระค่าธรรมเนียม การขึ้นทะเบียนปริญญาดังที่สถาบันกำหนด

ข้อ ๕๒ นักศึกษาซึ่งขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งตามข้อ ๕๐ ได้ชื่อว่าเป็นผู้ซึ่งไม่มีเกียรติ และศักดิ์ ไม่สมควรได้รับปริญญาของสถาบันและอาจได้รับการพิจารณา ดังนี้

๕๒.๑ ไม่เสนอชื่อให้ได้รับปริญญาของสถาบัน หรือ

๕๒.๒ ชะลอการเสนอชื่อให้ได้รับปริญญา มีกำหนด ๑ ถึง ๓ ปีการศึกษา ทั้งนี้ ตามลักษณะความผิดที่ได้กระทำ หรือ

๕๒.๓ เพิกถอนปริญญา กรณีที่สถาบันตรวจสอบ พบว่าผู้สำเร็จการศึกษา ซึ่งสภาสถาบันได้อนุมัติปริญญาไปแล้ว มีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามข้อ ๕๐ แห่งข้อบังคับนี้ ให้สภาสถาบัน พิจารณาเพิกถอนปริญญา โดยให้มีผลตั้งแต่วันที่สภาสถาบันได้อนุมัติปริญญาให้กับบุคคลนั้น

ข้อ ๕๓ ในทุกสิ้นปีการศึกษา หากมี นักศึกษาที่ขาดคุณสมบัติตามข้อ ๕๐ ให้คณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการดำเนินการตามข้อ ๕๒ และส่งผลการพิจารณาที่สำนักทะเบียนและ ประมวลผลเพื่อนำเสนอสภาสถาบันพิจารณา นักศึกษาผู้ใดที่สภาสถาบันพิจารณาเห็นสมควรไม่เสนอชื่อให้ได้รับ ปริญญา ถ้าเห็นว่าตนไม่ได้รับความเป็นธรรม ให้มีสิทธิอุทธรณ์ได้ โดยทำเป็นหนังสือลงลายมือชื่อของผู้อุทธรณ์ ต่ออธิการบดี พร้อมทั้งทำสำเนารับรองถูกต้องยื่นต่อหัวหน้าส่วนงานวิชาการภายใน ๑๕ วันทำการ นับตั้งแต่วันที่ทราบว่าเป็นผู้ไม่สมควรได้รับปริญญา

ข้อ ๕๔ ให้หัวหน้าส่วนงานวิชาการส่งคำชี้แจงเกี่ยวกับการอุทธรณ์นั้นมายังสถาบัน ภายใน ๗ วันทำการ นับตั้งแต่วันที่ได้รับสำเนาหนังสืออุทธรณ์อันถูกต้องตามข้อ ๕๓

ข้อ ๕๕ เมื่ออธิการบดีได้รับคำอุทธรณ์พร้อมทั้งคำชี้แจงของหัวหน้าส่วนงานวิชาการแล้ว ให้นำเสนอที่ประชุมสภาวิชาการพิจารณาให้แล้วเสร็จโดยเร็ว เพื่อนำเสนอสภาสถาบันพิจารณาวินิจฉัยต่อไป

ข้อ ๕๖ กรณีนักศึกษาไม่พอใจในคำวินิจฉัยอุทธรณ์ตามข้อ ๕๕ นักศึกษาอาจมีคำขอให้ พิจารณาคำอุทธรณ์ใหม่ได้ ในกรณีดังต่อไปนี้

๕๖.๑ มีพยานหลักฐานใหม่ อันอาจทำให้ข้อเท็จจริงที่ฟังเป็นยุติแล้วนั้น เปลี่ยนแปลงไปในสาระสำคัญ

-๓๙-

๕๖.๒ ถ้าคำวินิจฉัยอุทธรณ์นั้นได้ออกโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือข้อกฎหมายใด และต่อมาข้อเท็จจริงหรือข้อกฎหมายนั้นเปลี่ยนแปลงไปในสาระสำคัญในทางที่จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษา การยื่นคำขอตามวรรคหนึ่ง ให้กระทำได้เฉพาะเมื่อนักศึกษาไม่อาจทราบถึง เหตุนั้นในการพิจารณาครั้งที่แล้วมาก่อนโดยมิใช่ความผิดของนักศึกษา การยื่นคำขอตามวรรคหนึ่ง ต้องกระทำภายใน ๓๐ วัน นับตั้งแต่นักศึกษาได้รับ ถึงเหตุซึ่งอาจขอให้พิจารณาใหม่ได้

หมวด ๑๕
บทเปิดคดี

ข้อ ๕๗ ให้ส่วนงานวิชาการเก็บกระดาษคำตอบในการวัดผลการศึกษาไว้อย่างน้อย เป็นเวลา ๑ ปีการศึกษา นับตั้งแต่วันประกาศผลการศึกษา เมื่อพ้นกำหนดแล้ว ให้หัวหน้าส่วนงานวิชาการ มีอำนาจสั่งทำลายเอกสารนี้ได้

ข้อ ๕๘ ให้สำนักทะเบียนและประมวลผลเก็บใบรายงานคะแนนผลการศึกษาของแต่ละรายวิชาไว้อย่างน้อยเป็นเวลา ๕ ปี นับตั้งแต่วันประกาศผลการศึกษา เมื่อพ้นกำหนดแล้วให้ผู้อำนวยการ สำนักทะเบียนและประมวลผลมีอำนาจสั่งทำลายเอกสารนี้ได้

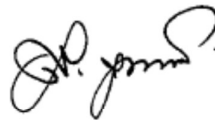
หมวด ๑๖
บทเฉพาะกาล

ข้อ ๕๙ ในกรณีที่เกิดปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติตามข้อบังคับนี้ ให้อธิการบดีวินิจฉัย สั่งการให้เป็นไปด้วยความเหมาะสมตามควรแก่กรณีเป็นเรื่อง ๆ ไป โดยในกรณีที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษาที่เข้าศึกษา ก่อนที่ข้อบังคับนี้จะมีผลใช้บังคับให้อธิการบดีวินิจฉัยโดยคำนึงถึงข้อบังคับระเบียบหรือหลักเกณฑ์เดิม ประกอบด้วย

ข้อ ๖๐ ในระหว่างที่ยังไม่มีระเบียบ ประกาศ คำสั่ง หรือมติเพื่อปฏิบัติการ ตามข้อบังคับนี้ให้นำระเบียบ ประกาศ คำสั่ง หรือ มติที่ใช้บังคับอยู่ในวันที่ข้อบังคับนี้มีผลใช้บังคับ มาใช้ บังคับโดยอนุโลมไปพลางก่อนเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับข้อบังคับนี้ จนกว่าจะได้มีระเบียบ ประกาศ คำสั่ง หรือมติ เพื่อปฏิบัติการตามข้อบังคับนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

พลเอก



(สุรยุทธ์ จุลานนท์)

นายกสภาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Appendix B

Proclamation of King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang on the
Registration across the Institutes of Higher Education



ประกาศสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง การลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา

เพื่อให้การลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและดำเนินการไปในแนวทางเดียวกัน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๔ ของข้อบังคับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. ๒๕๕๑ ประกอบกับมติคณะกรรมการผู้บริหารของสถาบันในการประชุมครั้งที่ ๗/๒๕๕๓ เมื่อวันที่ ๖ กรกฎาคม ๒๕๕๓ และมติสภาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการประชุมครั้งที่ ๗/๒๕๕๓ เมื่อวันที่ ๒๑ กรกฎาคม ๒๕๕๓ ได้รับทราบแล้ว จึงให้ประกาศดังนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เรื่อง การลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ ๒/๒๕๕๓ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ บรรดาประกาศ หรือมติอื่นใดที่กำหนดไว้แล้วในประกาศนี้ หรือซึ่งขัดหรือแย้งกับประกาศนี้ ให้ใช้ประกาศนี้แทน

ข้อ ๔ ในประกาศนี้

“นักศึกษา” หมายความว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรีของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

“สถาบัน” หมายความว่า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้อ ๕ นักศึกษาที่จะลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาได้ ต้องเป็นนักศึกษาในชั้นปีที่ จะสำเร็จการศึกษาในภาคการศึกษาปกติ หรือภาคฤดูร้อน และสถาบันมิได้เปิดสอนในรายวิชาซึ่งจำเป็นสำหรับการสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรในภาคนั้น ๆ

ข้อ ๖ รายวิชาที่จะลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาได้ จะต้องมีเนื้อหาเทียบเคียงไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรของสถาบัน และได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการเจ้าของรายวิชาหรือผู้ที่ได้รับมอบอำนาจ ให้เทียบรายวิชาและโอนหน่วยกิตรายวิชาดังกล่าวได้

บรรณรักษ์ ผู้พิมพ์และตรวจ
พิมพ์

การดำเนินการตามวรรคหนึ่งให้คำนึงมาตรฐานการศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาที่นักศึกษาขอไปลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาด้วย

การมอบอำนาจตามวรรคหนึ่ง ให้ทำเป็นมติคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการ

ข้อ ๗ นักศึกษาที่ประสงค์จะลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา ต้องยื่นคำร้องขอลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาที่ส่วนงานวิชาการต้นสังกัดของนักศึกษาภายใน ๒ สัปดาห์ก่อนกำหนดวันลงทะเบียนเรียนตามปฏิทินการศึกษาของภาคการศึกษานั้น ๆ โดยต้องมีเอกสารแนบประกอบคำร้องดังนี้

๗.๑ ใบรายงานผลการเรียนของนักศึกษา (Transcript)

๗.๒ คำอธิบายรายวิชาของสถาบันอุดมศึกษาที่นักศึกษาย้ายไปศึกษา

๗.๓ คำอธิบายรายวิชาของสถาบันที่นักศึกษาประสงค์จะเทียบโอน

ข้อ ๘ เมื่อคณะกรรมการประจำส่วนงานวิชาการหรือผู้ที่ได้รับมอบอำนาจได้พิจารณาให้ความเห็นชอบตามข้อ ๖ แล้ว ให้ถือว่าเห็นชอบในการวัดผลการศึกษาและระดับคะแนนในรายวิชาที่จะได้รับดังกล่าวด้วย และให้ส่วนงานวิชาการแจ้งผลการพิจารณานั้นไปยังสำนักทะเบียนและประมวลผล โดยให้ระบุว่าเป็นการเทียบรายวิชาใดกับรายวิชาใดของสถาบัน และรายวิชานั้นเป็นรายวิชาของสถาบันอุดมศึกษาใด

เมื่อสำนักทะเบียนและประมวลผลได้รับเรื่องตามวรรคหนึ่งแล้ว ให้ตรวจสอบข้อมูล ดังนี้

(๑) ตรวจสอบคุณสมบัติของนักศึกษาว่าจะสำเร็จการศึกษาในภาคการศึกษาที่ขอลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาหรือไม่

(๒) ตรวจสอบจำนวนหน่วยกิตในการลงทะเบียนเรียนของภาคการศึกษานั้น ๆ ว่าเป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในข้อบังคับสถาบัน ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรีหรือไม่

(๓) ในกรณีที่เป็นการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาเนื่องจากกรณีอาจารย์ประจำวิชาส่งคำระดับคะแนนล่าช้า ให้เสนอข้อมูลดังกล่าวให้อธิการบดีพิจารณาด้วย และในกรณีนี้ให้เป็นอำนาจของอธิการบดีหรือผู้ที่ได้รับมอบอำนาจ ในการพิจารณาว่าจะให้มีการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาหรือไม่

เมื่อตรวจสอบข้อมูลตามวรรคสองแล้ว และเห็นว่าข้อมูลถูกต้องตามหลักเกณฑ์ ให้สำนักทะเบียนและประมวลผลทำหนังสือขอส่งตัวนักศึกษาไปยังสถาบันอุดมศึกษานั้น โดยให้อธิการบดีหรือผู้ที่ได้รับมอบอำนาจเป็นผู้ลงนาม เมื่อสถาบันอุดมศึกษาดังกล่าวตอบรับแล้ว ให้สำนักทะเบียนและประมวลผลดำเนินการลงทะเบียนเรียนรายวิชาในหลักสูตรของสถาบัน ให้แก่นักศึกษาก่อนสิ้นสุดระยะเวลาวันเพิ่มเปลี่ยนรายวิชาตามปฏิทินการศึกษา

ข้อ ๙ เมื่อสำนักทะเบียนและประมวลผลดำเนินการตามข้อ ๘ แล้ว ให้นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาปฏิบัติดังนี้

๙.๑ การชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาที่สถาบัน

บรรณรักษ์ คุ้มทรัพย์
๒๕๖๒

๕.๑.๑ กรณีของนักศึกษาที่ศึกษาอยู่ภายในระยะเวลาตามแผนการศึกษาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ให้ดำเนินการดังนี้

(๑) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนเฉพาะรายวิชาที่ศึกษาข้ามสถาบันอุดมศึกษาเท่านั้น โดยไม่มีการลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ศึกษาที่สถาบัน นักศึกษาต้องชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาแบบเหมาจ่ายในภาคการศึกษาปกติหรือภาคฤดูร้อน แล้วแต่กรณี

(๒) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่ศึกษาที่สถาบัน และรายวิชาที่ศึกษาข้ามสถาบันอุดมศึกษาด้วย หากนักศึกษาชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาแบบเหมาจ่ายในภาคการศึกษาปกติหรือภาคฤดูร้อน แล้วแต่กรณี สำหรับรายวิชาที่ศึกษาที่สถาบันแล้ว ไม่ต้องชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาในรายวิชาที่ศึกษาข้ามสถาบันอุดมศึกษาอีก

๕.๑.๒ กรณีของนักศึกษาที่ไม่สำเร็จการศึกษาภายในระยะเวลาตามแผนการศึกษาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

(๑) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนเฉพาะรายวิชาที่ศึกษาข้ามสถาบันอุดมศึกษาเท่านั้น โดยไม่มีการลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ศึกษาที่สถาบัน นักศึกษาต้องชำระค่าบำรุงการศึกษาสถาบัน

(๒) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาที่ศึกษาที่สถาบัน และรายวิชาที่ศึกษาข้ามสถาบันอุดมศึกษาด้วย หากนักศึกษาชำระค่าบำรุงการศึกษาสถาบันสำหรับรายวิชาที่ศึกษาที่สถาบันแล้ว ไม่ต้องชำระค่าบำรุงการศึกษาสถาบันในรายวิชาที่ศึกษาข้ามสถาบันอุดมศึกษาอีก

๕.๒ นักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนและชำระค่าธรรมเนียมการศึกษาที่สถาบันอุดมศึกษาที่ไปศึกษาด้วย

หากนักศึกษาปฏิบัติตามข้อ ๕ นี้ไม่ครบถ้วน ให้ถือว่าไม่มีการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา

ข้อ ๑๐ เมื่อเสร็จสิ้นการศึกษาและสำนักทะเบียนและประมวลผลได้รับผลการศึกษาและค่าระดับคะแนนจากสถาบันอุดมศึกษาที่นักศึกษาไปศึกษาแล้ว ให้สำนักทะเบียนและประมวลผลบันทึกค่าระดับคะแนนนั้นให้นักศึกษาต่อไป และให้นำค่าระดับคะแนนดังกล่าวไปคิดเป็นค่าระดับคะแนนเฉลี่ยทุกประเภทด้วย

ข้อ ๑๑ นักศึกษาที่ได้ค่าระดับคะแนนเป็น F Fe Fa หรือเต็มศูนย์ ในรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา ให้นำค่าระดับคะแนนดังกล่าวไปคิดเป็นค่าระดับคะแนนเฉลี่ยทุกประเภทด้วย

นักศึกษาที่ได้ค่าระดับคะแนนเป็น F Fe Fa หรือเต็มศูนย์ สามารถที่จะลงทะเบียนเรียนซ้ำในรายวิชานั้นได้ โดยให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในข้อบังคับสถาบัน ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี และให้นำรายวิชาที่เรียนซ้ำนั้นมาคิดเป็นค่าระดับคะแนนเฉลี่ยทุกประเภทด้วย

ข้อ ๑๒ ในกรณีที่นักศึกษาขึ้นคำร้องขอลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา แต่ต่อมาไม่ประสงค์จะไปศึกษาแล้ว หากยังไม่ได้มีการลงทะเบียนเรียนและชำระเงินตามข้อ ๘ ให้นักศึกษาขึ้นคำร้องขอยกเลิกการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาต่อสำนักทะเบียนและประมวลผล และให้สำนักทะเบียนและประมวลผลแจ้งเรื่องการยกเลิกดังกล่าวให้ส่วนงานวิชาการต้นสังกัดของนักศึกษาทราบต่อไป

ข้อ ๑๓ ในกรณีที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษาและชำระเงินตามข้อ ๘ เรียบร้อยแล้ว แต่มีความจำเป็นต้องถอนรายวิชาที่ขอลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษานั้น นักศึกษาต้องดำเนินการตามที่กำหนดในข้อบังคับสถาบัน ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี และต้องดำเนินการภายในระยะเวลาที่กำหนดในปฏิทินการศึกษาด้วย โดยนักศึกษาต้องขอถอนรายวิชาดังกล่าวทั้งที่สถาบันและที่สถาบันอุดมศึกษาที่ขอไปศึกษาด้วย

ข้อ ๑๔ ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการตามประกาศนี้ และให้มีอำนาจตีความและวินิจฉัยปัญหา ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติตามประกาศนี้

หากมีปัญหาในการปฏิบัติเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันอุดมศึกษา และประกาศนี้ ยังไม่ได้กำหนดในเรื่องนั้นไว้ หรือกำหนดไว้แล้วแต่ยังไม่ครอบคลุม ให้อธิการบดีเป็นผู้มีอำนาจวินิจฉัยในเรื่องดังกล่าวเป็นรายกรณีไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๓



(รองศาสตราจารย์กิตติ ศิริเศรษฐ)

อธิการบดี

Appendix C

Course Descriptions

Course Descriptions

a). General education courses

01006500 ACADEMIC LISTENING AND SPEAKING *AUDITS* 4(4-0-8)

PREREQUISITE: None

The course provides ESL students guidance and extensive practice in listening and speaking in academic and professional settings. Listening focuses on understanding spoken English in formats such as college lectures and news broadcasts. Note-taking tasks are also included to reinforce aural comprehension. Students learn to recognize organizational patterns. Students also practice outlining main ideas and supporting details through audio taped, videotaped and live presentations. Speaking focuses on increased fluency and communicative strategies used by native speakers in academic and professional settings.

01006501 ACADEMIC READING AND WRITING *AUDITS* 4(4-0-8)

PREREQUISITE: None

This course is designed to improve the reading and writing skills of ESL students. Students receive practice on reading and vocabulary development. Reading practice will emphasize paraphrasing, summarizing, and the simple analysis of texts to identify main ideas and distinguish fact from opinion. Writing practice includes writing of simple and compound sentences, using compound tenses and correct word forms, word order, spelling, and punctuation. Students will also develop the ability to write varied, complex sentences and effective paragraphs in standard written English.

01006502 PROFESSIONAL ETHICS**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course introduces the theory and the practice of professional and engineering ethics, including code of conducts and regulations in academic, professional and technical fields. Students also learn about different approaches to ethical problems and examine real-life case studies, drawn from a variety of professional contexts. This course helps students develop skills and knowledge to manage and engage with ethical issues in their working lives.

01006503 INTRODUCTION TO PSYCHOLOGY**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course introduces a broad survey of psychological science including: sensation and perception; learning, memory, intelligence, language, and cognition; emotions and motivation; development, personality, health and illness, and social behavior. Students will study and discuss relations between the brain, behavior, and experience as well as learning the process of discovering new ideas and empirical results in the field.

01006504 PHILOSOPHY OF SCIENCE**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

The course provides a study of the thing we call “science”, together with its nature and methodology. The topics cover the meaning of science, reality, the nature of scientific observations, scientific theories and their discovery and formation, scientific explanations and predictions, the problem of induction, scientific rationality, the nature of scientific knowledge, concepts of truth, hypothesis testing, hypothesis confirmation, hypothesis falsification, logic of scientific method, and scientific progress.

01006505 CREATIVE THINKING**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course explores approaches to "How might we proceed when confronted by problems, situations too ambiguous, complex, or messy or impossible to be addressed directly through logical strategies?" It seeks to increase the participants' understanding of creativity, to improve their creative problem-solving skills and to enhance their ability to promote these skills in others, in a variety of educational settings. Students participate in activities designed to help develop their own creativity, and discuss the creative process from various theoretical perspectives. Readings are on such topics as creative individuals, environments that tend to enhance creative functioning, and related educational issues. Discussions with artists, scientists and others particularly involved in the creative process focus on their techniques, and on ways in which creativity can be nurtured.

01006506 CRITICAL THINKING**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course explores issues about the nature and techniques of critical thought, viewed as a way to establish a reliable basis for our claims, beliefs, and attitudes about the world. We explore multiple perspectives, placing established facts, theories, and practices in tension with alternatives to see how things could be otherwise. Views about observation and interpretation, reasoning and inference, valuing and judging, and the production of knowledge in its social context are considered. Special attention is given to translating what is learned into strategies, materials, and interventions for use in students' own educational and professional settings.

01006507 PERSONAL ECONOMICS**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course introduces students to the concept of personal economics. Students will learn to apply the economic way of thinking to manage their scarce resources. Employs economic concepts to understand: financial planning and income management; saving and investing; stocks, bonds, and mutual funds; risk-return tradeoff and diversification; interest rates and credit.

01006508 DIGITAL ECONOMY**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course will develop and utilize economic principles to better understand and explain the expansion and integration of information and communications technologies into the global economies. It will provide an introduction to concepts and theories useful in analyzing economic aspects of the digital and information technology revolutions.

01006509 ENGINEERING AND PUBLIC POLICY**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course examines the processes of public and private decision making which affects the evolution of a technology. While technology has an important role in shaping today's society, the social forces often plays a central role in the evolution of a technology. This course will study an engineering-related technology and its related policies. Students will discuss the technological and institutional issues, their interaction, the possible need for public policy and the factors that govern the policy.

01006510 INTRODUCTION TO ECONOMICS**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course gives an overview of economics, covering basic concepts and theories of microeconomics and macroeconomics. Topics in microeconomics studied include demand and supply, price elasticities, consumer behavior theory, production and cost theory, and perfect and imperfect competitions. Macroeconomics topics studied include aggregate demand and supply, macroeconomic data (e.g. gross domestic product, national income, etc.), management of economic growth, inflation problems, unemployment problems, money and banking systems, fiscal and monetary policy, taxation, international trades, and exchange rates.

01006511 THAI SOCIETY AND CULTURE**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course covers a study of Thai social identity and culture, development and inheritance of Thai culture, evolution of Thai society, as well as relation of Thai society and culture to societies and cultures of other countries.

01006512 ASIAN STUDY**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course covers a study of an Asian country's language, social identity and culture. The course will discuss development and evolution of an Asian country, their economic prospect, cultural settings, societies and relations to the society and cultures of other countries.

01006513 INTERPRETATION AND ARGUMENTS**4(4-0-8)****PREREQUISITE:** None

This course provides the study of interpreting and analyzing written and visual arguments. Students will learn to identify the underlying values, definitions, and assumptions in those arguments. The students also learn how to synthesize a multiplicity of competing perspectives, and to articulate fundamental disagreements between those perspectives. Ultimately, students will advance their own contributions to discussions in engineering, business innovations, and technology studies.

01006514 INNOVATIVE COMMUNICATION**4(4-0-8)****PREREQUISITE:** None

This course provides the study and practice of different communication skills including technical, professional and creative writing; infographics design; and delivering presentation. The students will study relevant techniques and learn to combine a range of skills in order to effectively communicating technical or specialized concepts. They will be able to explore and translate the benefit, the uniqueness, and the credibility of innovative ideas to a target audience.

01006515 DESIGN METHODS FOR INNOVATIONS**4(4-0-8)****PREREQUISITE:** None

This course consists of structural design process to create innovative products or services. The students will study the process to gather trends and information such as global direction, public opinions, technology, business, society and economic; learn how to extract context of interested area to find opportunities; study the processes used to gather behaviors, generate intense understanding about areas that lead to innovative concepts, produce innovative solutions and finally offering innovative products and services.

01006516 INNOVATION MANAGEMENT**4(4-0-8)****PREREQUISITE:** None

This course introduces students to the concepts of innovative thinking and innovation management practices. This course prepares students with the insights and instruction necessary to successfully lead worldwide enterprises or local ventures. Covered topics include organization, strategy planning, policy development, communities, research and development and product management. Students are exposed to issues that challenged real-world organizations. Students will learn best practices used by engineering leaders who successfully develop commercially viable products and services, create efficient operating processes, manage profitable organizations, and transform companies into industry leaders.

01006517 LEAN STARTUP AND AGILE BUSINESS**4(4-0-8)****PREREQUISITE:** None

This course covers the basic principles of lean startup and agile business practice. Students will learn how to create an innovation accounting system to build products that meets customer demands; find the easiest and fastest ways to build minimum viable products to reduce time-to-market; learn tactics for improvement and measure customers' needs such as experimenting landing pages, A/B tests, MVPs on real customers; study how to implement an agile culture in business environments and learn how to develop business structures in order to keep the business functioning on constantly-moving units.

01006518 EMERGING TRENDS IN ENGINEERING**1(1-0-2)****PREREQUISITE:** None

This course consists of a series of lectures given by different faculty members and distinguished speakers from the academic and industries. The lectures are designed to provide students a good understanding of each curriculum structure and the courses in each subject area. Students will be introduced to emerging trends in Engineering and the relevance of our courses. New courses and research opportunities will be presented, including the faculty's research fields. The course also discusses basic learning and working ethics and prepares students career-making skills. Pass/Fail, required to graduate.

01006519 INTRODUCTION TO ENVIRONMENTAL PRINCIPLES**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course provides students general principles of environmental engineering and science. Basics of the physical processes involved in the interactions between water, soil, climate, and vegetation. Natural and human activity as it impacts the environment, weather and climate, pollution.

01006520 LEADERSHIP AND PERSONAL DEVELOPMENT**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course provides students fundamental skills for success in careers and team environments. The course will cover topics such as goal setting, career Skills, leadership skills, teamwork, effective communication, and public speaking. Learning methods will consist of hands on activities and projects, group work, lecture, discussion, reading, writing, and presenting.

01006521 MEDITATION FOR LIFE DEVELOPMENT**3(3-0-6)****PREREQUISITE:** None

This course introduces theory and practice of meditation including : meaning of meditation, objectives, methods, the beginning, process characteristics of reciting and meditating, benefits of meditation, meditation resistances and applying meditation in daily life, meditation as related to education and working purposes, objectives, methods, characteristics of the states of absorption (jhana) and insight knowledge (Nana), fundamental knowledge about insight meditation (Vipassana), differences between foundation meditation (Summata) and insight meditation (Vipassana), layout of foundation meditation (Summata) and insight meditation (Vipassana), insight mediation as related to world population.

b). Basic science and mathematics courses**01006723 General physics 1****3(3-0-6)****Prerequisite:** None

This course covers basic physics and mechanics including a study of motion, space and time, kinematics, Newton's law of motion, forces, energy and momentum, work, power, conservation laws, systems of particles, linear momentum, circular motion, rotation, torques, harmonic oscillation and gravitation.

01006724 General physic laboratory 1**1(0-3-2)****Prerequisite:** None

The experiments that correspond to the subject in 01006723 General physics 1.

01006725 General physics 2 **3(3-0-6)**

Prerequisite: 01006723 General physics 1

This course provides the physical science required to analyze electrical and electronic devices. Covered topics include electrostatics and electromagnetics, electric field and potential, conductors, insulators, capacitors, dielectrics, electric current, electric circuits, magnetic fields and electromagnetism.

01006726 General physic laboratory 2 **1(0-3-2)**

Prerequisite: 01006723 General physics 1

01006724 General physics Laboratory 1

The experiments that correspond to the subject in 01006724 General physics 2

01006727 General chemistry **3(3-0-6)**

Prerequisite: None

This course provides a study of fundamental principles of chemistry and its applications. The subject matter includes principles of atomic structure, intermolecular forces and bonding, chemical reactions, kinetics, thermodynamics, and equilibrium. Relevant examples will be drawn from such areas as environmental, materials, and biological chemistry.

01006728 General chemistry laboratory **1(0-3-2)**

Prerequisite: None

The experiments that correspond to the subject in 01006727 General chemistry

01006710 Introduction to calculus**3(3-0-6)****Prerequisite: None**

Function, Limit, Continuity and their applications, Mathematical induction, Introduction to derivative, Differentiation, Applications of derivative, Definite integrals, Antiderivative integration, Application of definite integral, Indeterminate forms, Improper integrals, Numerical integration, Sequences and series of numbers, Taylor series expansions of elementary functions vector analysis.

01006711 Advanced calculus**3(3-0-6)****Prerequisite: 01006710 Introduction to calculus or Equivalent**

Functions of several variables and their applications, Vector algebra in three dimensions, Polar coordinates, Calculus of real - valued functions of two variables, Differentiation and integration of real - valued and vector - valued functions of multiple real variables, Introduction to line integrals, Lines, planes and surfaces in three-dimensional space, Calculus of real - valued functions in three-dimensional space, Principal theory for applications such as Green's theorem, divergence theorem, Gauss theorem, Stokes theorem, etc.

01006717 Differential equations**3(3-0-6)****Prerequisite: 01006710 Introduction to calculus**

Differential equations and their solutions; First-Order Differential Equations; Applications of First-Order Differential Equations; Explicit Method of Solving Higher-Order Linear Differential Equations; Applications of Second-Order Linear Differential Equations; Systems of Linear Equations

01366121 Applications of numerical methods 3(3-0-6)**Prerequisite: None**

Bracketing methods, simple fixed-point iteration, Newton-Raphson method, secant methods, Gauss elimination, linear least-squares regression, linearization of nonlinear relationships, polynomial regression, polynomial interpolation, trapezoidal rule, Simpson's rules, Newton-Cotes formulas, differentiation formulas, Euler's method, Runge-Kutta methods, systems of differential equations, shooting method, finite-difference methods. Applications of mathematical software such as MatLab or Maple.

01366122 Introduction to probability and statistics 3(3-0-6)**Prerequisite: None**

This course provides an elementary introduction to probability and statistics with applications. Topics include: basic combinatorics, random variables, probability distributions, Bayesian inference, hypothesis testing, confidence intervals, and linear regression.

01366111 Chemistry for chemical engineering 3(3-0-6)**Prerequisite: 01006727 General chemistry**

Introduction to organic chemistry and analytical chemistry, basic molecular structures including hydrocarbons and biomolecules, their derivatives, isomers, stereochemistries and functions, basic concept for analytical equipment and instrumentations, practical use and techniques of instruments for chemical analysis.

01366112 Chemistry laboratory for chemical engineering 1(0-3-2)

Prerequisite: 01006727 General chemistry

Laboratory experiments corresponds to 01366111 Chemistry for chemical engineering.

c). Basic engineering courses

01006801 Introduction to engineering programming 3 (2-2-5)

Prerequisite: None

This course introduces basic concepts of computer programming such as elementary programming, data types, expressions, simple algorithms and problem solving involving sequential statements, conditionals and iterations. Students learn routines or methods as fundamental concepts and practice using strings, arrays, lists, maps or dictionaries, pre-defined libraries and classes, abstraction mechanisms and basic object oriented programming concepts. Students will practice related activities of software development life cycle such as system requirement analysis, debugging, testing and validation.

01006802 Engineering drawing 3(2-2-5)

Prerequisite: None

Lettering, orthographic projection, orthographic drawing and pictorial drawings, dimensioning and tolerancing, sections, auxiliary views and development, freehand sketches, detail and assembly drawings, basic computer aided drawing.

01006803 Engineering mechanics 3(3-0-6)

Prerequisite: None

Force systems, resultant, equilibrium, fluid statics, kinematics and kinetics of particles and rigid bodies, Newton's second law of motion, work and energy, impulse and momentum.

01006804 Engineering materials**3(3-0-6)****Prerequisite: None**

Study of relationship between structures, properties, production processes and applications of main groups of engineering materials i.e. metals, polymers, ceramics and composites; phase equilibrium diagrams and their interpretation, mechanical properties and materials degradation.

d). Basic chemical engineering courses**01366221 Introduction to chemical engineering****3(3-0-6)****Prerequisite: None**

Introduction to Chemical Engineering is an introductory course that provides a basic overview of the chemical engineering field. It explains the links between subject-to-subject and subject-to-outcome of the curriculum. It also provides a basic overview of the chemical engineering field today and delves into the applications of chemical engineering to new challenges and emerging industries. It gives a perspective on roles and career paths of chemical engineers in the current and emerging industries.

01366222 Principle calculation in chemical engineering**3(3-0-6)****Prerequisite: None**

The principles of chemical engineering calculations, material and energy balances with and without chemical reactions for steady state and unsteady state systems, systems with recycling, bypassing and purging, use of physical and chemical data, phase equilibrium, thermodynamic data for applications in chemical processes.

01366223 Thermodynamics**3(3-0-6)****Prerequisite: None**

An introduction to classical engineering thermodynamics. Theoretical and applied concepts including the first and second laws, properties of ideal and real substances, gas mixtures, closed and open systems, work and heat, reversible and irreversible processes, and various thermodynamic cycles.

01366224 Chemical engineering thermodynamics**3(3-0-6)****Prerequisite: 01366222 Principle calculation in chemical engineering****01366223 Thermodynamics**

A study of thermodynamic properties of fluids, solution thermodynamics, vapor-liquid equilibrium at low to moderate pressures, thermodynamic properties and VLE from equations of state, topics in phase equilibria and chemical reaction equilibria.

e). Transport phenomena courses**01366321 Fluid mechanics****3(3-0-6)****Prerequisite: None**

Physical properties of fluids, fluid statics and its applications, types of fluids, fluid flow phenomena, basic equations of fluid flow, Navier-Stokes equation, Bernoulli's equation, fluid friction in a steady one-dimensional flow, incompressible fluid flow in pipes, compressible fluid flow, principle and calculation of pumps, fans, blowers and compressors, flow past immersed objects, measurement of flowing fluids, mixing.

01366322 Heat transfer 3(3-0-6)

Prerequisite: 01006717 Differential equations

01366223 Thermodynamics

01366321 Fluid mechanics

Fundamentals of heat transfer, steady state and unsteady state heat conduction, heat convection, external and internal forced convection, natural convection, thermal radiation, boiling and condensation, heat exchanger and cooling tower.

01366323 Mass transfer 3(3-0-6)

Prerequisite: 01006717 Differential equations

01366321 Fluid mechanics

Fundamentals of mass transfer, steady-state and unsteady state molecular diffusion, simultaneous momentum, heat and mass transfer, convective mass transfer and mass, energy and momentum-transfer analogies.

f). Equipment and instrumentation courses**01366421 Chemical process instrumentation 3(3-0-6)**

Prerequisite: None

Basic concept of measuring and control devices used in industrial process; process flow diagram: PFD; piping and instrumentation diagram: P&ID; process instruments used for measuring temperature, pressure, level, pH and flow; final control devices; industrial process control system; introduction to industrial process data communication.

01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design 3(3-0-6)

Prerequisite: 01366224 Chemical engineering thermodynamics

01366322 Heat transfer

Application of thermodynamics and kinetics to the analysis and design of chemical reactors, types of chemical reactor: single- and multiple-reactor systems, isothermal and non-isothermal operations: homogeneous and heterogeneous reactors

01366432 Mechanical and thermal separations 3(3-0-6)

Prerequisite: 01366322 Heat transfer

Separation units by mechanical and thermal mechanisms; size-reduction, sieve and screening, sedimentation, precipitation, electrostatic precipitation, filtration, centrifugal separation, cyclone, fluidization, evaporation, pervaporation, drying, crystallization.

01366433 Chemical engineering laboratory 1 1(0-3-2)

Prerequisite: None

Laboratory experiments related to fluid flow, mixing, mechanical and thermal separations.

01366434 Thermodynamic separations 3(3-0-6)

Prerequisite: 01366224 Chemical engineering thermodynamics

01366322 Heat transfer

01366323 Mass transfer

Concept of thermodynamic separations, solid-liquid separations; adsorption, leaching, fluid-liquid separations; absorption, stripping, extraction, flash column, distillation.

01366435 Chemical engineering laboratory 2 **1(0-3-2)**

Prerequisite: None

Laboratory experiments related to thermodynamics separations.

g). Chemical engineering integration courses

01366531 Chemical engineering processes **3(3-0-6)**

Prerequisite: 01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design

01366432 Mechanical and thermal separations

01366434 Thermodynamics separations

Studies of production processes in industrial plants; raw materials, energy, industrial equipment, safety and environmental impacts.

01366532 Chemical process simulation **3(3-0-6)**

Prerequisite: 01366434 Thermodynamics separations

Applications of software package such as ASPEN PLUS or Pro/II for the calculate and design of unit operations relating the chemical engineering, for example, pump, pipe, heat exchanger, reactors, and columns. Analysis of unit parameters is included with the sensitivity analysis, optimization and design spec.

01366533 Process dynamics and control **3(3-0-6)**

Prerequisite: 01006717 Differential equations

01366421 Engineering measurement and instrumentation

Mathematical models of chemical engineering systems, solution techniques and dynamics of these systems, introduction to automatic control, feedback control concept,

stability analysis, frequency response and control system designs. Introduction to measurement and control instrument characteristics.

01366534 Plant visit 1(0-3-2)

Prerequisite: None

Chemical industrial and process learnings by visiting chemical plants.

01366535 Bioprocessing 3(3-0-6)

Prerequisite: 01366111 Chemistry for chemical engineering

This course gives the engineering concepts for biological conversion of raw materials to food, pharmaceuticals, fuels, and chemicals. The course will give a survey of the structure and function of biological molecules, including carbohydrates, lipids, and proteins as the basic understanding toward applications. It is then emphasized on enzyme and microorganism kinetics and technology, bioreactors and fermenters operation, and downstream processing of bioreaction products.

01006805 Industrial internship 0(0-45-0)

Prerequisite: 01366531 Chemical engineering processes

01366631 Sustainable operations

During their four-year selected studies, students are required to complete a short-term industrial placement within professional selected environments. It takes place during a summer period. This course allows students to put into practice under conditions reflecting their future activities and responsibilities. The work, carried out under the responsibility of the firm involved, is presented in a written report.

01366541 Chemical engineering project 1 3(0-9-0)

Prerequisite: 01366122 Introduction to probability and statistics

01366531 Chemical engineering processes

01366631 Sustainable operations

The research on selected topics in chemical engineering or related fields under supervision of an advisor, a progress report and oral presentation before the end of the semester.

01366542 Chemical engineering project 2 3(0-9-0)

Prerequisite: 01366541 Chemical engineering project 1

The research followed the 01366541 Chemical engineering project 1, a report and oral presentation before the end of the semester.

01006301 Cooperative education 6(0-45-0)

Prerequisite: None

This course demands the student to work in an innovative company or a government/private organization, which is approved by the program committee for working on an innovative project for at least 16 weeks. The work of the student is under supervision of a faculty member, who is regarded as the student's supervisor. The student must report progress to the supervisor regularly. Upon completion, the student must prepare and deliver oral presentations describing the work from the program.

01006302 Study aboard**6(6-0-12)****Prerequisite: None**

This course is reserved for students who participate in the study abroad program. Upon the completion of the program, the students must prepare and deliver oral presentations describing their experience from the program.

h). Management courses**01366631 Process safety and waste management****3(3-0-6)****Prerequisite: None**

Environmental pollutions: sources and characteristics of industrial waste and treatment methods; impact on environment; environmental quality standards. Air pollution: origin and fate of air pollutants; atmospheric dispersion; stationary and mobile sources; source control. Noise pollution: noise effects; noise control. Water pollution: pollution source; source control; Municipal water treatment; Wastewater treatment; disposal and reuse. Solid and hazardous waste management: characterization and classification; concepts of pollution prevention and waste minimization; waste treatment and disposal technologies. This course will provide students with an overall understanding of the many safety practices and requirements as they relate to industrial settings, specifically power generation, transmission, and distribution. The course will cover material from the Occupational Safety and Health Administration Standard and other current industrial safety practices from Department of Industrial Works of THAILAND.

01366632 Engineering economics**3(3-0-6)****Prerequisite: None**

Introduction to economics, investment and operating costs, equipment costs and process evaluation, internal rate of return (IRR) calculation, economic optimization, project feasibility evaluation.

i). Capstone courses**01366741 Capstone project for chemical engineering plant design****3(3-0-6)****Prerequisite: 01366531 Chemical engineering processes****01366631 Sustainable operations**

Capstone project on chemical engineering process, equipment and plant design. The knowledges of chemical process, equipment, instrumentation, safety and economic consideration are integrated.

01366742 Capstone project for industrial problem solving**3(3-0-6)****Prerequisite: 01366531 Chemical engineering processes****01366532 Chemical process simulation****01366632 Engineering economics**

Solving the industrial problems assigned by industries, work as a team under the suggestion of the advisors, evaluation the feasibility of the solution by academic and industrial committees.

j). Chemical engineering selective courses

01366801 **Transport phenomena** **3(3-0-6)**

Prerequisite: None

A study of momentum, heat and mass transfer processes. Applications of continuity and equation of motions to solve transport problems and boundary layer theory.

01366802 **Air pollution and control** **3(3-0-6)**

Prerequisite: None

Air pollution legislations and regulations, effect of air pollution on respiratory system and others, e.g., acid rain, water bodies, soil, vegetation, and visibility, fate of pollutants in atmosphere, i.e., sources, reactions, transport, and sinks, formation and control of pollutants in combustion system, emission rate, atmospheric dispersion, capturing of gases and vapors, motion and capturing of particulate matters.

01366803 **Selected topics in energy and environment** **3(3-0-6)**

Prerequisite: None

Selected topics of current interest in energy and environment assigned by staff.

01366804 **Petrochemical technology** **3(3-0-6)**

Prerequisite: None

An introduction to petrochemical complexes, development of petrochemical industry in Thailand, natural gas, production and uses of synthesis gas, petrochemicals from methane, petrochemicals from n-paraffins, production of olefins, petrochemicals from ethylene, propylene, higher olefins, benzyne, toluene, and xylenes, polyamide synthesis, polyester synthesis and polyurethane synthesis.

01366805 Petroleum refinery engineering 3(3-0-6)

Prerequisite: None

A study of petroleum and natural gas reservoir, geology. Exploration and production of oil and gas, composition of petroleum, refinery and distillation processes, auxiliary processes and operations, chemical treatments, extraction process, refinery products and test methods, cracking and catalytic cracking, catalytic reforming, isomerization, hydrotreating, catalytic hydrocracking. visbreaking, coking, alkylation and product blending.

01366806 Rubber and elastomers technology 3(3-0-6)

Prerequisite: None

The study of classification and properties of elastomers, manufacturing of natural rubber and synthetic rubbers, compositions in rubber compounds, rubber vulcanization and processing methods of rubber products.

01366807 Green chemical products and processes 3(3-0-6)

Prerequisite: None

This course covers concise overview and fundamentals of current interest in the area of green chemistry and green processing. The intent of this course is to describe green technology, environmentally preferable or green approaches to the design and development of processes and products. Evaluating and improving environmental performance of chemical processes. The green biorefinery concept. Biobased industry: economy, commercialization and sustainability. Concepts and challenges in sustainable chemical synthesis. Unit operations and pollution prevention.

01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) 3(3-0-6)

Prerequisite: 01006802 Engineering drawing

Introduces students to the use of computers in several extended areas of product design and manufacturing. These areas include computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM); computer numerical control (CNC) operations and technology; and the use of simulation software for virtual prototyping for design/manufacturing.

01366809 Energy management in industry 3(3-0-6)

Prerequisite: None

Fundamentals of energy management, energy auditing and efficiency analysis of various unit operations, e.g., boilers, furnaces, ovens, air compressors, and chillers, benchmarking concepts, energy conservation measures and monitoring.

01366810 Corrosion 3(3-0-6)

Prerequisite: None

The definitions and phenomena of corrosion, electrochemistry and reaction mechanisms, fundamentals of thermodynamics for corrosion, Pourbaix diagrams, kinetics of corrosion processes, types of corrosions, cathodic and anodic protections, coatings and inhibitors, corrosion testings, material selection.

01366811 Selected topics in chemical engineering 3(3-0-6)

Prerequisite: None

Selected topics of current interest in chemical engineering assigned by staff, literature survey, report writing and oral presentation.

01366812 Waste treatment and pollution control 3(3-0-6)

Prerequisite: None

Environmental pollutions: sources and characteristics of industrial waste and treatment methods; impact on environment; environmental quality standards. Air pollution: origin and fate of air pollutants; atmospheric dispersion; stationary and mobile sources; source control. Noise pollution: noise effects; noise control. Water pollution: pollution source; source control; Municipal water treatment; Wastewater treatment; disposal and reuse. Solid and hazardous waste management: characterization and classification; concepts of pollution prevention and waste minimization; waste treatment and disposal technologies.

01366813 Membrane technology 3(3-0-6)

Prerequisite: None

Principles and theories of separation, concentration processes using synthetic membrane such as microfiltration, ultrafiltration, reverse osmosis, dialysis, and electrodialysis, types and preparations of synthetic membranes, types and design of membrane separation equipment, applications of membrane separation processes.

01366814 Computer programming in chemical engineering 3(2-2-5)

Prerequisite: None

Basic principles of computer programming, program design, functioning program, computer programming for statistical analysis, numerical methods, process dynamics and control, analysis, process optimization, mathematical model development, software development for chemical engineering problem solving.

- 01366815** **Introduction to computational fluid dynamics** **3(2-2-5)**
in chemical engineering
- Prerequisite: None**
- Computational Fluid Dynamics for Chemical Engineer, Descriptions of fluids, Continuity Equation, Equation of motion, Turbulence Model, Finite Volume Method for steady flow problem, Convergence and stability of the solution, Solution Algorithms, Example of Chemical Engineering flow problem.
- 01366816** **Selected topics in process and control** **3(3-0-6)**
- Prerequisite: None**
- Selected topics of current interest in process and control assigned by staff.
- 01366817** **Sustainable energy** **3(3-0-6)**
- Prerequisite: None**
- The technology in energy management emphasizing in the use of energy from both conventional sources such as fossil fuels and renewable sources such as biomass energy, wind energy, solar energy, hydropower, nuclear power and hydrogen fuel in sustainable manner.
- 01366818** **Process system engineering** **3(3-0-6)**
- Prerequisite: None**
- Design, operation, optimization and control of chemical processes through the use of systematic computer-aided approaches. Development of concepts, methodologies and models for the prediction of performance and decision-making of an engineered system.

01366819 Selected topics in petrochemical engineering 3(3-0-6)

Prerequisite: None

Selected topics of current interest in petrochemical engineering assigned by staff, literature survey, report writing and oral presentation.

Appendix E
Bibliography of
Program Faculty Members' Academic Publications

Bibliography of

Program Faculty Members' Academic Publications

Program committees

No.	Name	Publication
1.	Asst. Prof. Dr. Patthranit Wongpromrat	V. Parry, W. Wongpromrat, L. Latu-Romain, C. Pascal, W. Chandra-ambhorn, S. Chandra-ambhorn, Y. Wouters, A. Galerie, "Morpho-chemical investigations and thermodynamic study of Nb-rich passive nodules grown on AISI 441 oxidized in wet atmosphere", <i>Corrosion Science</i> , 141 (2018) 255-263.
2.	Asst. Prof. Dr. Apinan Namkanisorn	E. Bumrunghthaichaichan, N. Jaiklom, A. Namkanisorn, S. Wattananusorn, "On the computational fluid dynamics (CFD) analysis of the effect of jet nozzle angle on mixing time for various liquid heights", <i>Scientific Research and Essays</i> 11(4), pp. 42-56, 2016.
3.	Asst. Prof. Dr. Kunlanan Kiatkittipong	S. Eiamsa-ard, K. Kiatkittipong, "Thermohydraulics of TiO ₂ /Water Nanofluid in a Round Tube with Twisted Tape Inserts", <i>International Journal of Thermophysics</i> , Vol. 40, 2019, pp. 896-910.
4.	Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna	A. Anantpinijwatna, "The application of an incorporated rate-equilibrium model for the production of pyrethroid compound process", <i>Chemical Engineering Transactions</i> . 70, 2018, pp. 1255-1260
5.	Asst. Prof. Dr. Thachanan Samanmulya	Samanmulya, O. Farobie, and Y. Matsumura, Gasification Characteristics of Aminobutyric acid and Serine as Model Compounds of Proteins Under Supercritical Water Conditions, <i>Journal of the Japan Petroleum Institute</i> , Vol. 60, No. 1, pp. 34 - 40, March, 2017.

Lecturers

No.	Name	Publication
1.	Assoc. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum	Kittivitayakul, J. Khamwannah, P. Juijerm, A. W. Lothongkum, G. Lothongkum, "Wear resistance of laser clad Stellite 31 coating on AISI 316L steel", Materials Testing, Vol. 60, 2018, pp. 969-973.
2.	Assoc. Prof. Dr. Prakob Kitchaiya	Sirisangsawang, P. Kitchaiya, "Concentrated Lactic Acid Production from Invert Sugar in Alkaline Solution", Chemical Engineering Transactions, Vol.75 , 2019, p.613-618.
3.	Assoc. Prof. Dr. Duangkamol Na- Ranong	C. Ladadok, S. Sinpichai, N. Nonthanasin, K. Binabdullah, D. Na-Ranong, "Synthesis of Molecularly Imprinted Polymer Originated from TFMAA and TRIM for Sterol Separation", Chemical Engineering Transactions, Vol. 70, 2018, pp. 475-480.
4.	Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Kraiwattanawong	Kraiwattanawong, "Improvement of the textural properties of templated carbon xerogels using cotton fibres as a hard template dehydrated by sulphuric acid", Diamond & Related Materials, Vol. 92, 2019, pp. 9-17.
5.	Asst. Prof. Dr. Surat Areerat	A. Duere, C. Boonchuay, P. Buahom, S. Areerat, "Enhancement of molecular weight reduction of natural rubber in triphasic CO ₂ /toluene/H ₂ O systems with hydrogen peroxide for preparation of biobased polyurethanes", Green Processing and Synthesis, Vol. 8, 2019, pp. 288-296.
6.	Asst. Prof. Dr. Santi Wattananusorn	Bumrunghthaichaichan, S. Wattananusorn, "CFD modelling of pump-around jet mixing tanks: a reliable model for overall mixing time prediction", Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 42, 2019, pp. 428-437.

No.	Name	Publication
7.	Asst. Prof. Dr. Pornsawan Assawasaengrat	Paikamnam, P. Assawasaengrat, P. Kitchaiya, "Fenton Reaction of 4-Chlorophenol Degradation Using Fe-TiO ₂ /Diatomite", Engineering Transactions, Vol. 21, 2018.
8.	Asst. Prof. Dr. Walairat Chandra-ambhorn	Khownpurk, W. Chandra-ambhorn, "Removal of As(III) from aqueous solution by the oyster shell powder-treated rice husk ash composite (OS-TRHA) pellet", Journal of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 42, 2019, pp. 411-419.
9.	Asst. Prof. Dr. Yaneeporn Patcharavorachot	Patcharavorachot, N. Chatrattanawet, A. Arpornwichanop, S. Assabumrungrat, "Optimization of hydrogen production from three reforming approaches of glycerol via using supercritical water with in situ CO ₂ separation", International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 44, 2019, pp. 2128-2140.
10.	Asst. Prof. Dr. Tanawan Pinnarat	Tangkusonjit, T. Pinnarat, Y. Patcharavorachot, "Comparative study of hydrogen production from solid oxide electrolysis cell with different electrolyte types", The 8th International TIChE Conference (ITICHe 2018), 8-9 November 2018, Pattaya, Thailand, pp. 127-134
11.	Asst. Prof. Dr. Teeraporn Suteewong	Suteewong, J. Wongpreecha, D. Polpanich, K. Jangpatarapongsa, C. Kaewsaneha, P. Tangboriboonrat, 1. "PMMA particles coated with chitosan-silver nanoparticles as a dual antibacterial modifier for natural rubber latex films", Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Vol. 174, 2019, pp. 544-552.
12	Asst. Prof. Dr. Nattapol Lerkkasemsan	Lerkkasemsan, W. C. Lee, "Study of ethanol fermentation reaction using Saccharomyces diastaticus in a two-tank fermentation system with cell recycling", Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, Vol. 91, 2018, pp. 86-96.

No.	Name	Publication
13.	Asst. Prof. Dr. Natthanon Phaiboonsilpa	Phaiboonsilpa, N., Kawamoto, H., Minami, E., Masuda, S., Wakagi, R., Sunayama, T., Saka, S., "Two-step Conversion of Acetic Acid to Bioethanol by Ethyl Esterification and Catalytic Hydrogenolysis", Journal of the Japan Petroleum Institute, 63, 2020, 196-203.
14.	Asst. Prof. Siripan Murathathunyaluk	Murathathunyaluk, P. Jindawanich, "Shelf Life Evaluation of Instant Pasta in Two Different Packaging", ICEAST 2019, 2-5 July 2019, Laos, pp. 012051
15.	Dr. Narisara Thongboonchoo	M.T. Chuang, J.S. Fu, C.T. Lee, (...), T.H. Lin, N. Thongboonchoo, "The simulation of long-range transport of biomass burning plume and short-range transport of anthropogenic pollutants to a mountain observatory in east Asia during the 7-SEAS/2010 Dongsha experiment", Aerosol and Air Quality Research, 16(11), 2016, pp. 2933-2949.

Appendix F

Reasons for the Revision of Curriculum

การปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี (หลักสูตรนานาชาติ) หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2563
ฉบับปี พ.ศ. 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. หลักสูตรฉบับดังกล่าวนี้ได้รับทราบ/รับรองการเปิดสอนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เมื่อวันที่.....-.....เดือน.....-.....พ.ศ.....-.....
2. สภามหาวิทยาลัย/สถาบัน ได้อนุมัติการปรับปรุงแก้ไขครั้งนี้แล้ว ในคราวประชุมครั้งที่ 8/2560 เมื่อวันที่ 30 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2560
3. หลักสูตรปรับปรุงแก้ไขนี้ เริ่มใช้กับนักศึกษาชั้นปีการศึกษาตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไป
4. เหตุผลในการปรับปรุงแก้ไข
 - 4.1 ขอปรับปรุงหลักสูตรแบบกระแทบกระเทือนโครงสร้างเพื่อให้สอดคล้องกับการขอรับรองมาตรฐาน ABET
5. สารระในการปรับปรุงแก้ไข
 - 5.1 ปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ABET
 - 5.2 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรเพิ่มเป็น 148 หน่วยกิต จากเดิม 147 หน่วยกิต
 - 5.3 มีการปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด
 - 5.4 มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการกำหนดรหัสวิชา
 - 5.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหมวดวิชา เป็นไปตามข้อ 6
6. โครงสร้างหลักสูตรภายหลังการปรับปรุงแก้ไข เมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างเดิม และเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558 ของกระทรวงศึกษาธิการ ปรากฏดังนี้

หมวดวิชา	เกณฑ์กระทรวงศึกษาธิการ (จำนวนหน่วยกิต)	โครงสร้างเดิม (จำนวนหน่วยกิต)	โครงสร้างใหม่ (จำนวนหน่วยกิต)
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	ไม่น้อยกว่า 30 หน่วยกิต	30	30
หมวดวิชาเฉพาะ	ไม่น้อยกว่า 84 หน่วยกิต	111	112
- กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์		21	31
- กลุ่มวิชาวิศวกรรมพื้นฐาน		24	12
- กลุ่มวิชาแกน		57	60
- กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรมเคมี		3	3
- กลุ่มวิชาเลือกตามแผนการศึกษาทางเลือก		6	6
หมวดวิชาเลือกเสรี	ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต	6	6
รวม	ไม่น้อยกว่า 120 หน่วยกิต	147	148

ตารางเปรียบเทียบการปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี (หลักสูตรนานาชาติ)

หลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2560)	หลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2563)	เหตุผลในการปรับปรุง
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	General education courses	
- วิชาบังคับ 21 หน่วยกิต		ยกเลิกวิชาบังคับ
หมวดวิชาเฉพาะ	Specific courses	
กลุ่มวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หน่วยกิต	Basic science and mathematics courses Credits	
01006702 PHYSICS I 4 (3-3-8)	01006723 General physics 1 3(3-0-6) 01006724 General physics laboratory 1 1(0-3-2)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา เพิ่มวิชา
01006703 PHYSICS II 4 (3-3-8)	01006725 General physics 2 3(3-0-6) 01006726 General physics laboratory 2 1(0-3-2)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา เพิ่มวิชา
01006708 CHEMISTRY 4 (3-3-8)	01006727 General chemistry 3(3-0-6) 01006728 General chemistry laboratory 1(0-3-2)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา เพิ่มวิชา
01006710 INTRODUCTION TO CALCULUS 3 (3-0-6)	01006710 Introduction to calculus 3(3-0-6)	คงเดิม
01006711 ADVANCED CALCULUS 3 (3-0-6)	01006711 Advanced calculus 3(3-0-6)	คงเดิม
01006712 DIFFERENTIAL EQUATIONS 3 (3-0-6) AND LINEAR ALGEBRA	01006717 Differential equations 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
	01366111 Chemistry for chemical engineering 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366112 Chemistry for chemical engineering laboratory 1(0-3-2)	เพิ่มวิชา
	01366121 Applications of numerical methods 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366122 Introduction to probability and statistics 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
หมวดวิชาเฉพาะ	Specific courses	
กลุ่มวิชาวิศวกรรมพื้นฐาน หน่วยกิต	Basic engineering courses Credits	
01006801 INTRODUCTION TO ENGINEERING PROGRAMMING 3 (2-2-5)	01006801 Introduction to engineering programming 3(2-2-5)	คงเดิม
01006802 ENGINEERING DRAWING 3 (2-2-5)	01006802 Engineering drawing 3(2-2-5)	คงเดิม
01006803 ENGINEERING MECHANICS 3 (3-0-6)	01006803 Engineering mechanics 3(3-0-6)	คงเดิม
01006804 ENGINEERING MATERIALS 3 (3-0-6)	01006804 Engineering materials 3(3-0-6)	คงเดิม
01006805 INDUSTRIAL INTERNSHIP 0 (0-45-0)	01006805 industrial internship 0 (0-45-0)	คงเดิม

หลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2560)	หลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2563)	เหตุผลในการปรับปรุง
01366201 PRINCIPLE CALCULATIONS IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (3-0-6)		ย้ายหมวด
01366202 THERMODYNAMICS 3 (3-0-6)		ย้ายหมวด
01366203 DESIGN AND ANALYSIS OF EXPERIMENTS 3 (3-0-6)		ย้ายหมวด
01366301 CHEMICAL PROCESS INSTRUMENTATION 3 (3-0-6)		ย้ายหมวด
หมวดวิชาเฉพาะ	Specific courses	
กลุ่มวิชาแกน	หน่วยกิต	Chemical engineering core courses Credits
01366101 ORGANIC CHEMISTRY 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366102 ORGANIC CHEMISTRY LABORATORY 1 (0-3-2)		ยกเลิกวิชา
01366204 CHEMICAL ENGINEERING THERMODYNAMICS 3 (3-0-6)	01366224 Chemical engineering thermodynamics 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366205 INTRODUCTION TO CHEMICAL ENGINEERING AND MULTIDISCIPLINARY ENGINEERING 3 (3-0-6)	01366221 Introduction to chemical engineering 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา เปลี่ยนชื่อวิชา ปรับเนื้อหา
01366206 FLUID DYNAMICS 3 (3-0-6)	01366321 Fluid mechanics 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา เปลี่ยนชื่อวิชา ปรับเนื้อหา
01366207 HEAT AND MASS TRANSFER 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366208 BIOCHEMISTRY 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366209 ANALYTICAL INSTRUMENTATION AND ANALYSIS 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366210 ANALYTICAL CHEMISTRY LABORATORY 1 (0-3-2)		ยกเลิกวิชา
01366302 SEPARATION PROCESSES 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366303 CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 1 1 (0-3-2)	01366433 Chemical engineering laboratory 1 1(0-3-2)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366304 CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 2 1 (0-3-2)	01366435 Chemical engineering laboratory 2 1(0-3-2)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366305 CHEMICAL ENGINEERING KINETICS AND REACTOR DESIGN 3 (3-0-6)	01366431 Chemical engineering kinetics and reactor design 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366306 WASTE TREATMENT AND POLLUTION CONTROL 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา

หลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2560)	หลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2563)	เหตุผลในการปรับปรุง
01366307 PROCESS SIMULATORS IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (2-2-5)	01366532 Chemical process simulation 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา เปลี่ยนชื่อวิชา ปรับเนื้อหา
01366308 PROCESS EQUIPMENT DESIGN 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366309 PROCESS DYNAMICS AND CONTROL 3 (3-0-6)	01366533 Process dynamics and control 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366310 SAFETY IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366311 ENGINEERING ECONOMICS AND DECISION TOOLS FOR BUSINESS 3 (3-0-6)	01366632 Engineering economics 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา เปลี่ยนชื่อวิชา ปรับเนื้อหา
01366312 PROCESS OPERATIONS AND BUSINESS INFORMATION 3 (3-0-6)	01366531 Chemical engineering processes 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา เปลี่ยนชื่อวิชา ปรับเนื้อหา
01366313 PLANT VISIT 1 (0-3-2)	01366534 Plant visit 1(0-3-2)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366314 PRE-PROJECT 1 (0-3-2)		ยกเลิกวิชา
01366401 CHEMICAL ENGINEERING PLANT DESIGN 3 (3-0-6)	01366741 Capstone project for chemical engineering plant design 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
	01366222 Principle calculation in chemical engineering 3(3-0-6)	ย้ายหมวด เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
	01366223 Thermodynamics 3(3-0-6)	ย้ายหมวด เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
	01366421 Chemical process instrumentation 3(3-0-6)	ย้ายหมวด เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
	01366322 Heat transfer 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366323 Mass transfer 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366432 Mechanical and thermal separations 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366434 Thermodynamic separations 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366535 Bioprocessing 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา

หลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2560)	หลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2563)	เหตุผลในการปรับปรุง
	01366631 Process safety and waste management 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366742 Capstone project for industrial problem solving 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
หมวดวิชาเฉพาะ	Specific courses	
กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรมเคมี	Selective courses	Credits
01366501 TRANSPORT PHENOMENA 3 (3-0-6)	01366801 Transport phenomena 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366502 AIR POLLUTION AND CONTROL 3 (3-0-6)	01366802 Air pollution and control 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366503 SELECTED TOPICS IN ENERGY AND ENVIRONMENT 3 (3-0-6)	01366803 Selected topics in energy and environment 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366504 PETROCHEMICAL TECHNOLOGY 3 (3-0-6)	01366804 Petrochemical technology 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366505 PETROLEUM REFINERY ENGINEERING 3 (3-0-6)	01366805 Petroleum refinery engineering 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366506 RUBBER AND ELASTOMERS TECHNOLOGY 3 (3-0-6)	01366806 Rubber and elastomers technology 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366507 GREEN CHEMICAL PRODUCTS AND PROCESSES 3 (3-0-6)	01366807 Green chemical products and processes 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366508 COMPUTER-AIDED DESIGN AND MANUFACTURING (CAD/CAM) 3 (3-0-6)	01366808 Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366509 APPLIED NUMERICAL METHODS IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (2-2-5)	01366809 Energy management in industry 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366510 CORROSION 3 (3-0-6)	01366810 Corrosion 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366511 SELECTED TOPICS IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (3-0-6)	01366811 Selected topics in chemical engineering 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366512 BIOCHEMICAL ENGINEERING 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
01366513 MEMBRANE TECHNOLOGY 3 (3-0-6)	01366813 Membrane technology 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366514 COMPUTER PROGRAMMING IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (2-2-5)	01366814 Computer programming in chemical engineering 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา

หลักสูตรเดิม (พ.ศ. 2560)	หลักสูตรปรับปรุง (พ.ศ. 2563)	เหตุผลในการปรับปรุง
01366515 INTRODUCTION TO COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS IN CHEMICAL ENGINEERING 3 (2-2-5)	01366815 Introduction to computational fluid dynamics in chemical engineering 3(2-2-5)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366516 SELECTED TOPICS IN PROCESS AND CONTROL 3 (3-0-6)	01366816 Selected topics in process and control 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366517 SUSTAINABLE ENERGY 3 (3-0-6)	01366817 Sustainable energy 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366518 PROCESS SYSTEM ENGINEERING 3 (3-0-6)	01366818 Process system engineering 3(3-0-6)	เปลี่ยนรหัสวิชา ปรับเนื้อหา
01366519 ENERGY MANAGEMENT IN INDUSTRY 3 (3-0-6)		ยกเลิกวิชา
	01366812 Waste treatment and pollution control 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
	01366819 Selected topics in petrochemical engineering 3(3-0-6)	เพิ่มวิชา
หมวดวิชาเฉพาะ	Specific courses	
กลุ่มวิชาเลือกตามแผนการศึกษาทางเลือก หน่วยกิต	Alternative study Credits	
1. โครงการพิเศษ	1. Special project	
01366402 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 1 3 (0-9-0)	01366541 Chemical engineering project 1 3(0-9-0)	เปลี่ยนรหัสวิชา
01366403 CHEMICAL ENGINEERING PROJECT 2 3 (0-9-0)	01366542 Chemical engineering project 2 3(0-9-0)	เปลี่ยนรหัสวิชา
2. สหกิจศึกษา	2. Cooperative education	
01006301 COOPERATIVE EDUCATION 6 (0-45-0)	01006301 Cooperative education 6(0-45-0)	คงเดิม
3. การศึกษาหรือปฏิบัติงานต่างประเทศ	3. Study abroad	
01006302 STUDY ABOARD 6 (6-0-12)	01006302 Study abroad 6(6-0-12)	คงเดิม
หมวดวิชาเลือกเสรี	Free elective courses	
เลือกเรียนในรายวิชาที่เปิดสอนในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวนไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต	The students have to take at least 6 credits from any international courses provided by KMITL..	

Appendix G

List of Program Development Committees

List of Program Development Committees

1. Asst. Prof. Dr. Patthranit Wongpromrat
2. Asst. Prof. Dr. Apinan Namkanisorn
3. Asst. Prof. Dr. Kunlanan Kiatkittipong
4. Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna
5. Asst. Prof. Dr. Thachanan Samanmulya

ภาคผนวก 3 แผนการสอน (มคอ.3)

สารบัญ มคอ.3

1. 01006710	Introduction to calculus	225
2. 01006711	Advance Calculus	227
3. 01366122	Introduction to probability and statistics	232
4. 01366121	Applications of numerical methods	237
5. 01006723	General physics 1	241
6. 01006727	General chemistry	248
7. 01366111	Chemistry for chemical engineering	253
8. 01006725	General physics 2	257
9. 01366421	Chemical process instrumentation	263
10.01006801	Introduction to engineering programming	268
11.01006802	Engineering drawing	272
12.01006803	Engineering mechanics	277
13.01006804	Engineering materials	283
14.01366222	Principle calculation in chemical engineering	288
15.01366223	Thermodynamics	293
16.01366224	Chemical engineering thermodynamics	297
17.01366321	Fluid mechanics	303
18.01366322	Heat transfer	308
19.01366323	Mass transfer	313
20.01366432	Mechanical and thermal separations	317
21.01366434	Thermodynamic separations	321
22.01366431	Chemical engineering kinetics and reactor design	327
23.01366531	Chemical engineering processes	331
24.01366532	Chemical process simulation	336

25.01366535	Bioprocessing	340
26.01366533	Process dynamics and control	345
27.01366632	Engineering economicsand Decision Tools for Business	349
28.01366631	Process safety and waste management	354

01006710 – Introduction to Calculus

Course Syllabus

Lecture Schedule: Fri. 08:45 - 10:15 and Fri. 14:45 - 16:15

Instructor: Dr. Jonathan David Sands
Office: 2nd Floor Industrial Engineering
Office Hours: Thursday 9-12
Email: jonathan.sa@kmitl.ac.th

Text: Thomas' Calculus in SI Units (13th Edition)
Author: George B. Thomas, Jr.

Grading:	Quizzes (30%)	In class.
	Midterm exam (35%)	Date TBC
	Final exam (35%)	Date TBC

Course Description

A first course in calculus which provides basic mathematical tools for the study of changing systems often encountered in engineering. This course will build on high school mathematics such as basic algebra, trigonometry, geometry etc. whilst providing a platform for studying multivariable systems and differential equations in future courses. Topics will include functions, mathematical induction, limits & continuity, indeterminate forms and L'Hopital's rule, derivatives and applications, methods of differentiation, antiderivatives and indefinite integrals, definite integrals and applications, methods of analytic integration, numerical integration, improper integrals, sequences & series, Taylor series.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Faculty of Engineering
International Program

Course Outline

Week	Date (w/c)	Topics	Reading
1	3 rd Aug 2020	Introduction Functions Mathematical induction	§1.1 – 1.3 §A.2
2	10 th Aug 2020	Limits	§2.1 – 2.3
3	17 th Aug 2020	Continuity and limits involving infinity	§2.4 – 2.6
4	24 th Aug 2020	Infinite limits & basic derivatives	§2.6 §3.1 – 3.3
5	31 st Aug 2020	Further derivatives, indeterminate forms & L'Hopital's rule	§3.4 – 3.7 §7.5
6	7 th Sept 2020	Related rates, linearisation & Newton's method	§3.8 – 3.9 §4.6
7	14 th Sept 2020	Extreme values, optimisation & graph sketching	§4.1 – 4.5
	21st Sept 2020	Midterm exam	
8	28 th Sept 2020	Antiderivatives & Integrals	§4.7 §5.1 – 5.4
9	5 th Oct 2020	Further Integrals & basic volume calculations	§5.5 – 6.1
10	12 th Oct 2020	Applications of integrals	§6.1 – 6.6
11	19 th Oct 2020	Transcendental functions	§7.1 – 7.4, 7.6, 7.7
12	26 th Oct 2020	Techniques of integration	§8.1 – 8.4
13	2 nd Nov 2020	Further techniques of integration	§8.5, 8.7 – 8.8
14	9 th Nov 2020	Sequences & series	§10.1 – 10.5
15	16 th Nov 2020	Power series	§10.6 – 10.10
		Final exam	

*w/c = week commencing



Thai Qualifications Framework for Higher Education Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang

Campus/Faculty/College Faculty of Engineering

Department

Section 1: General Information

1. Course Code	01006711
Course Title	Advanced Calculus

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category

Program

- Single program
 - Bachelor’s Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
- Required Major Course
- Thesis Course
- Others

4. Instructor(s)

Pimkhuan Hannanta-anan

5. Semester/Academic Year

2/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)

01006710.Introduction.to.Calculus

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

□ King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

January 11th, 2020

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

This course will extend the analysis and calculus of functions of a single variable to functions of several variables, vector-valued functions and their applications. The ideas of limits, continuity, differentiation, extrema, optimisation and integrals will be presented in higher dimensions. Basic vector algebra in three dimensions will be covered along with alternative coordinate systems. An introduction to line and surface integrals will be given in conjunctions with the analysis of lines, planes and surfaces (particularly quadric surfaces) in three-dimensional space. Vector calculus operators will be introduced and fundamental theorems will be covered including Taylor's theorem (multivariable), the inverse & implicit function theorems, Green's theorem, Stokes' theorem and the divergence theorem.

2. Course Objectives

The main objective of this course is for students to learn the basics of the calculus of functions of more than one variable. They will study vectors and Euclidean geometry in three-dimensional space, vector valued functions, partial derivatives, the gradient vector, double and triple integrals and line integrals, culminating with Green's Theorem, Stokes' Theorem, and the Gauss Divergence Theorem. They will also apply these ideas to a wide range of problems that include motion in space, optimization, arc length, surface area, volumes, and mass. The students should be able to interpret the concepts of Calculus algebraically, graphically and verbally. More generally, the students will improve their ability to think critically, to analyze a problem and solve it using a wide array of tools.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 3 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
All objectives	Lectures, practice problems, online discussions and supplementary media	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

n/a

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	35
Final exam	35
Assignments	25
Attendance	5

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	3D coordinates, lines, planes, vectors & matrices	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
2	Conic Sections, parametric equations, polar coordinates, lines, planes, vector-valued functions	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
3	Functions of several variables, quadric surfaces, limits	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan

4	Continuity, partial derivatives & tangent planes	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
5	Fields & vector calculus operators	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
6	Jacobians, Taylor series, binomial expansion & order notation	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
7	Extrema & optimisation	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
8	Midterm exam		
9	Constrained extrema & the inverse/implicit function theorems	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
10	Moving reference frames & alternative coordinate systems	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
11	Multiple integrals	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
12	Multiple integrals in alternative coordinates & applications	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
13	Line integrals	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
14	Conservative vector fields, the fundamental theorem for line integrals & Green's theorem	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
15	Parametric surfaces & surface integrals	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
16	Stokes' theorem, the divergence theorem, unification of vector calculus theory	Lectures	Pimkhuan Hannanta-anan
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Thomas’s Calculus in SI Units (13th Edition)
Author: George B. Thomas, Jr.

2. Additional Materials and Resources

n/a

3. Recommended Materials and Resources

n/a

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office’s course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....
.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code 01366122
Course Title INTRODUCTION TO PROBABILITY AND STATISTICS

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Assist. Prof. Dr. Natthanon Phaiboonsilpa

5. Semester/Academic Year

2/2564

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....None.....

7. Co-requisites (if any)

.....None.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July10, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

This course provides an elementary introduction to probability and statistics with applications. Topics include: basic combinatorics, random variables, probability distributions, Bayesian inference, hypothesis testing, confidence intervals, and linear regression

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Students would be able to explain the basic principles of probability and inferential statistics.
2. Students would be able to employ probability and inference statistics to analyze and solve engineering problems.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

Upon student request.

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures	Quiz, Homework, and Exams
2.2.2	Lectures	Quiz, Homework, and Exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm Examination	35%
Final Examination	35%
Quiz, Homework and Assignments	20%
Attendance	10%

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	- Introduction, course description and evaluation method - Descriptive statistics	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
2	Probability (1)	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
3	Probability (2)	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
4	Discrete random variables and their probability distributions	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
5	Continuous random variables and their probability distributions (1)	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
6	Continuous random variables and their probability distributions (2)	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
7	Joint probability distributions	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
8	Midterm exam		
9	Point estimation of parameters	Lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
10	Sampling distributions	Lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
11	Statistical intervals	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
12	Hypothesis testing for a single sample (1)	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
13	Hypothesis testing for a single sample (2)	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
14	Statistical inference for two samples	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
15	Regression analysis and analysis of variance	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
16	Basic concepts for design of experiments	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon
17	Applications of inference statistics for problem solving in industries	lectures	Asst.Prof.Dr. Natthanon

18	Final exam
----	------------

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. D.C. Montgomery, and G.C. Runger. 2011. Applied Statistics and Probability for Engineers. 5th Ed., New York: John Wiley & Sons.
2. D.C. Montgomery. 2013. Design and Analysis of Experiments. 8th Ed., New York: John Wiley & Sons.

2. Additional Materials and Resources

-

3. Recommended Materials and Resources

1. J. S. Milton, P. M. McTeer, and J. J. Corbet (1997) Introduction to Statistics, International ed., McGraw-Hill, USA.
2. D.C. Montgomery, and G.C. Runger, and N. F. Hubele (2003) Engineering Statistics, 3rd ed., John Wiley & Son, New York.
3. D. C. Montgomery (1990) Introduction to Statistical Quality Control, 2nd ed., John Wiley & Son, New York.

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366121
Course Title APPLICATIONS OF NUMERICAL METHODS

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna

5. Semester/Academic Year

2/2562

6. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

7. Issue date or last update of TQF3July 11th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Bracketing methods, simple fixed-point iteration, Newton-Raphson method, secant methods, Gauss elimination, linear least-squares regression, linearization of nonlinear relationships, polynomial regression, polynomial interpolation, trapezoidal rule, Simpson's rules, Newton-Cotes formulas, differentiation formulas, Euler's method, Runge-Kutta methods, systems of differential equations, shooting method, finite-difference methods. Applications of mathematical software such as MatLab or Maple.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Understand the basic of computational language.
2. Apply computational language to solve numerical problems.
3. Apply numerical method to solve chemical engineering related problems.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.2	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.3	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.4	Lectures and workshops	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

Compare result with chemical engineering students (Thai programs).

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan
--

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	50
Homework and participations	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	- Course Introduction Introduction to Julia	Lectures and Workshops	Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna
2	Basic Function		
3	Basic Root of Equation		
4	Applied Root of Equation		
5	Basic Optimization		
6	Applied Optimization		
7	Basic Linear System		
8	Applied Linear System		
9	Basic Curve Fitting		
10	Applied Curve Fitting		
11	Basic Differential and Integration		
12	Applied Differential and Integration		
13	Basic ODE		
14	Applied ODE		
15	Basic Boundary ODE		
16	Applied Boundary ODE		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

S.C. Chapra, Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists, 4th Ed., McGraw-Hill Education, 2018

2. Additional Materials and Resources

- Y.K. Yeo, Chemical Engineering Computation with MATLAB®, CRC Press, 2018
- K.I.M. Al-Malah, MATLAB Numerical Methods with Chemical Engineering Applications, McGraw-Hill Education, 2014
- N.P. Chopey, Handbook of Chemical Engineering Calculations, McGraw-Hill Education, 2004
- อ.อนันต์พินิจวัฒนา, การประยุกต์ระเบียบวิธีคำนวณเชิงตัวเลขสำหรับงานวิศวกรรมเคมี ด้วยโปรแกรมภาษา Julia, 2021

3. Recommended Materials and Resources

Google Classroom

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others ...Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.



Thai Qualifications Framework for Higher Education

Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Civil Engineering, Industrial Management and System Engineering, Mechanical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code	01006723
Course Title	General Physics 1

2. Credits

4 (3 - 3 - 8) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 - Bachelor’s Degree

 Multiple programs**Course Category**

- General Education Course
- Required Major Course
- Thesis Course
- Others

4. Instructor(s)

Dr. Ariva Sugandi Permana

5. Semester/Academic Year

Term/Year: 1/2564-2565

6. Pre-requisite(s) (if any)

None.....

7. Co-requisites (if any)

None.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 1, 2021

Section 2: Course Description, Objectives, and Implementation

1. Course Description

This course provides the students a basic knowledge of Physics prior to studying advanced Physics since the real Fundamental Physics could not be studied in merely one semester. By this ground, this course essentially covers only parts of the Fundamental Physics, which includes measurement, forces and motions, kinetic energy, potential energy and works, the center of mass, linear momentum, rotation, gravitation, oscillations, fluids, and introduction to a part of advance physics.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Identify the base quantities in the SI system; convert the unit by using chain-link conversion.
2. Apply the relationships between particle's displacement and initial and final locations; apply the relationships between the average velocity of a particle, its displacement, and time interval.
3. Draw and add vectors; calculate components of a vector on a given coordinate system; determine the magnitude of vectors.
4. Determine the direction and magnitude of a particle's position; apply the relationship between the particle's displacement vectors and its initial and final positions.
5. Identify Newton's first and second law of motion; identify inertial reference frame; identify that only external force can cause the object to accelerate; determine the direction and magnitude of frictional forces; identify the relationship between particle's kinetic energy, mass, and speed; calculate the gravitational potential energy of a particle; calculate the potential energy of the block-spring system.
6. Locate the center of mass for two and three-dimensional objects; apply the relationship between angular displacement and its initial and final angular position; apply the relationship between average angular acceleration, change in angular velocity, and the time interval.
7. Distinguish fluids from solids; apply the relationship between hydrostatic pressure, force, and surface area over which the force acts.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	45 hours	120 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer allocates a 2-hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams
2.2.2	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams
2.2.3	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams
2.2.4	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams
2.2.5	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams
2.2.6	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams
2.2.7	Lecture, class exercise, learning from peers	Assignments, Test, Pop-up quiz and Exams

2. Additional Evaluation Strategies

Learning from peers and peer's assessment.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria:

Evaluation method	Percentage
Mid-semester Test	35%
Final exam	35%
Assignments	4x5%=20%
Pop-up (online) Quiz	1x5%=5%
Attendance	5%
TOTAL	100%
Bonus (on top of 100%)	5% (max)

- Grade A, a student must accomplish the total mark of 85% - 100%
- Grade B+, a student must accomplish the total mark of 75% - 84%
- Grade B, a student must accomplish the total mark of 65% - 74%
- Grade C+, a student must accomplish the total mark of 55% - 64%

- Grade C, a student must accomplish the total mark of 45% - 54%
- Grade D+, a student must accomplish the total mark of 40% - 44%
- Grade D, a student must accomplish the total mark of 35% - 39%
- Grade F, if a student does not sit for either mid-semester exam or final exam, even though she/he completed all the assignments/quiz, etc.
- Grade I, if a student does not complete >50% of the assignments.

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Session 1: PHYSICS AND MEASUREMENT: Standards of length, mass and time; modeling and alternative representations; dimensional analysis; conversion of units; significant figures,	Lecture and Class Exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
2	Session 2: MOTION IN ONE DIMENSION: position, velocity, and speed of a particle; instantaneous velocity and speed; particle under constant velocity; the analysis model; acceleration; motion diagram; particle under constant acceleration; freely falling objects; kinematic equation derived from calculus.	Lecture and Class Exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
3	Session 3: VECTORS: Coordinate systems, vector and scalar quantities, basic vector arithmetic; components of a vector and unit vectors. Assignment #1 (5%, due date in a week)	Lecture and Class Exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
4	Session 4: MOTION IN TWO DIMENSIONS: The position, velocity and acceleration vectors; two-dimensional motion with constant acceleration; projectile motion; particle in uniform circular motion; tangential and radial accelerations; relative velocity and relative acceleration.	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
5	Session 5: THE LAWS OF MOTION: The concept of force; Newton's First Law and inertial frames; Mass; Newton's Second	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana

	Law; the gravitational force and weight; Newton's Third Law; Analysis model using Newton's Second Law; Forces and Friction.		
6	<p>Session 6: CIRCULAR MOTION AND OTHER APPLICATIONS OF NEWTON'S LAWS: Particle in uniform circular motion model; nonuniform circular motion; motion in accelerated frames; motion in the presence of resistive force.</p> <p>Assignment #2 (5%, due date in a week).</p>	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
7	<p>Session 7: ENERGY OF A SYSTEM: Systems and environments; work done by a constant force; the scalar product of two vectors; works done by varying force; kinetic energy and work-kinetic energy theorem; potential energy of a system; conservative and nonconservative forces; relationship between conservative forces and potential energy; energy diagram and equilibrium of a system.</p>	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
8	Mid-semester Test		
9	<p>Session 8: CONSERVATION OF ENERGY: Non-isolated system of energy; isolated system of energy; situations involving kinetic friction; changes in mechanical energy for non-conservative forces; power.</p>	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
10	<p>Session 9: LINEAR MOMENTUM AND COLLISION: Linear momentum; isolated system of momentum; non-isolated system of momentum; collisions in one dimension; collisions in two dimensions; the center of mass; systems of many particles; deformable systems; rocket propulsion.</p> <p>Assignment #3 (5%, due date in a week).</p>	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana

11	Session 10: ROTATION OF RIGID OBJECTS AND FIXED AXIS: Angular position, velocity and acceleration; rigid object under constant angular acceleration; angular and translational quantities; torque; rigid object under a net torque; moments of inertia; rotational kinetic energy; energy consideration in rotational motion; rolling motion of a rigid object.	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
12	Session 11: ANGULAR MOMENTUM: The vector product and torque; Non-isolated system of angular momentum; angular momentum of a rotating rigid object; isolated system of angular momentum; the motions of gyroscopes and tops.	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
13	Session 12: STATIC EQUILIBRIUM AND ELASTICITY: Rigid object in equilibrium; center of gravity; elastic properties of solids. Assignment #4 (5%, due date in a week).	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
14	Session 13: UNIVERSAL GRAVITATION: Newton's law of universal gravitation; free-fall acceleration and gravitational force; particle in field of gravitational; Kepler's laws and the motion of planets; gravitational potential energy; energy consideration in planetary and satellite motions.	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
15	Session 14: FLUID MECHANICS: Pressure, variation of pressure with depth; pressure measurements; buoyant force and Archimedes' principle; fluid dynamics; Bernoulli's equation; flows of viscous fluid in pipes;	Lecture and Class exercise	Dr. Ariva Sugandi Permana
16	Session 15: OSCILLATORY MOTION: Motion of an object attached to a spring; particle in simple harmonic motion; energy in	Quiz (30 minutes can be in any week, and 90	Facilitator: Dr. Ariva Sugandi Permana

	simple harmonic oscillator; pendulum; damped and force oscillations.	minutes learning from the peers)	
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Physics for Scientists and Engineers, Cengage Learning, 10th Edition

Authors: Raymond A. Serway and John W. Jewett Jr.

2. Additional Materials and Resources

Fundamentals of Physics, 10th Edition

Author: Jearl Walker.

The Flying Circus of Physics

Author: Jearl Walker

3. Recommended Materials and Resources

Physics Olympiad: Basic to Advance Exercises

Author: The Committee of Japan Physics Olympiad

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)

Evaluation form by the instructor(s)

Others Comments from the students during interactive discussion with the students in the class.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Biomedical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code	01006727
Course Title	General Chemistry

2. Credits

3 (3 - 0 - 8) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Lecture coordinator

- Assoc. Prof. Dr. Matthew Paul Gleeson
- Asst. Prof. Dr. Kanokthip Boonyarattanakalin

5. Semester/Academic Year

1/2021

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

Aug 1st, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation
1. Course Description

This course provides a study of fundamental principles of chemistry and its applications. The subject matter includes principles of atomic structure, intermolecular forces and bonding, chemical reactions, kinetics, thermodynamics, equilibrium and electrochemistry. Relevant examples will be drawn from such areas as environmental, materials, and biological chemistry.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Students will be able to explain the significance of the following topics; Atoms and Electronic Structure of Atoms, the Periodic Table and Some Atomic Properties, Chemical Bonding, Stoichiometry, Gasses, Solids, Liquid and Solution, Thermochemistry, Chemical Kinetics, Chemical Equilibrium, Acids and Bases and Electrochemistry.
2. Students will be able to understand a chemistry knowledge, concept, principles concerning the fundamentals and applications for engineering.
3. Students will be able to apply theoretical principles and mathematical analysis to solve problems competently and to rationally estimate the solution to a problem, and interpret their results.
4. Students will be able to use computers in searching, submitting assignments, data acquisition and use available software as a tool in data analysis.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	90 hours/semester (8 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and Worked Examples	Homework, Quizzes and Exams
2.2.2	Lectures and Worked Examples	Homework, Quizzes and Exams
2.2.3	Lectures and Worked Examples	Homework, Quizzes and Exams
2.2.4	Lectures and Worked Examples	Homework, Quizzes and Exams

2. Additional Evaluation Strategies

Online quizzes and periodic homework assignments will be given to assess the students as the course proceeds.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	35
Final exam	35
Assignments	25
Attendance	5

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Matter, Atoms, Molecules, Stoichiometry	Lectures & examples	KB, MPG
2	Electronic structure theory	Lectures & examples	KB, MPG
3	Periodic properties of the elements	Lectures & examples	KB, MPG
4	Basic Concepts of Chemical Bonding	Lectures & examples	KB, MPG
5	Molecular Geometry and Bonding Theories	Lectures & examples	KB, MPG
6	Gases	Lectures & examples	KB, MPG
7	Solids & Liquids	Lectures & examples	KB, MPG
8	Midterm exam		
9	Thermochemistry & Thermodynamics	Lectures & examples	KB, MPG
10	Properties of Solutions	Lectures & examples	KB, MPG
11	Chemical Kinetics	Lectures & examples	KB, MPG

12	Chemical Equilibrium	Lectures & examples	KB, MPG
13	Acid & Bases	Lectures & examples	KB, MPG
14	Aqueous Equilibria I	Lectures & examples	KB, MPG
15	Aqueous Equilibria II	Lectures & examples	KB, MPG
16	Electrochemistry	Lectures & examples	KB, MPG
17	Final exam		

* The subject taught by Assoc. Prof. Dr M P Gleeson (MPG) and Asst. Prof. Dr. K Boonyarattanakalin (KB)

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Theodore E. Brown, H. Eugene H LeMay, Bruce E. Bursten, Catherine Murphy, Patrick Woodward. Chemistry: The Central Science. Prentice Hall 2015, English 13th ed.

2. Additional Materials and Resources

For further details please login to the KMITL electronic learning management system at <https://kmitl.instructure.com/> using your KMITL email address and password. This site will allow you can access additional course content and instructions.

3. Recommended Materials and Resources

Lecture handouts will be provided prior to lectures. Students must print out a hard copy to fill in during the lecture. Alternatively, students may fill in the handouts using an electronic device.

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- OthersReceived feedbacks through official classroom feedback and both formal and informal in-class discussions with the students.....
.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code 01366111
Course Title Chemistry for Chemical Engineering

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Teeraporn Suteewong

5. Semester/Academic Year

1/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....01006727 General Chemistry.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

January 5, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Introduction to organic chemistry and analytical chemistry, basic molecular structures including hydrocarbons and biomolecules, their derivatives, isomers, stereochemistry and functions, basic concept for analytical equipment and instrumentations, practical use and techniques of instruments for chemical analysis.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, students should be able to:

1. Integrate the knowledge learned in this class to relevant classes, such as General Chemistry, Engineering Materials and Physics
2. Understand the molecular structure, reactions and thermodynamics/kinetics influences
3. Define the basic problem in chemical analysis and determine the analytical procedure as well as techniques to solve the problem.
4. Interpret the data analyzed by the techniques or related techniques learned in class.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- Students will be informed on the first day of class that academic advice can be arranged upon request. Students can also contact via email. Walk-in is also welcome, if the time is allowed.

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
1	Lecture In class activity Assignment	Homework and exams
2	Lecture In class activity Assignment	Homework and exams
3	Lecture In class activity Assignment	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	40
Assignments	10
Attendance	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods
1	Chapter 1: Course overview + review	Lectures + activities
2	Chapter 2: Acids and bases + Alkanes and cycloalkanes	Lectures + activities
3	Chapter 3: Stereoisomerism	Lectures + activities
4	Chapter 4: Chemical reactivity and mechanisms	Lectures + activities
5	Chapter 5: Substitution reactions	Lectures + activities
6	Chapter 6: Alkene and addition-elimination reaction	Lectures + activities
7	Chapter 7: Alkynes + radical reactions	Lectures + activities
8	Midterm exam	
9	Chapter 8: Alcohol, phenol, ethers and thiols	Lectures + activities
10	Chapter 9: Aromatic, Ketone and aldehyde	Lectures + activities

11	Chapter 10: Carboxylic acid and derivatives	Lectures + activities
12	Chapter 11: Amine and Amide	Lectures + activities
13	Chapter 12: Spectroscopic technique (UV-Vis spectroscopy)	Lectures + activities
14	Chapter 13: Spectroscopic technique (Fourier-transform Infrared spectroscopy)	Lectures + activities
15	Chapter 14: X-ray diffraction	Lectures + activities
16	Chapter 15: Practical use	Lectures + activities
17	Final exam	

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

a. Handouts However, it is only guideline, additional reading is suggested.

b. Textbooks:

David Klein, Organic Chemistry, 1st edition, Wiley

T. W. Graham Solomon and Craig B. Fryhle, Organic Chemistry

Skoog, D. A. et al. "Introduction to Analytical Chemistry". Any edition accepted.

Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler and Stanley R. Crouch.,
Fundamental of analytical chemistry

Any textbooks in organic chemistry and instrumental analysis

2. Additional Materials and Resources

-

3. Recommended Materials and Resources

-

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)

Evaluation form by the instructor(s)

Others

.....

.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code	01006725
Course Title	General Physics 2

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Harihara Ramamoorthy

5. Semester/Academic Year

2/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....01006723 General Physics 2.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 12th, 2020

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

This course provides the physical science required to analyze electrical and electronic devices. Covered topics include electrostatics and electromagnetics, electric field and potential, conductors, insulators, capacitors, dielectrics, electric current, electric circuits, magnetic fields and electromagnetism.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Use the principle of superposition and law of Gauss to calculate the electrical forces and the intensity of the electric field in various electricity problems
2. To solve problems involving the motion of charged particles in an electric field
3. To understand the role of basic electrical circuit components such as capacitors, resistors and inductors
4. Apply Ohm's law to simple circuits and calculate effective resistance of a network of resistors
5. Analyze circuits using Kirchhoff 's loop rules
6. Describe the effects of a dielectric material in a capacitor and how capacitors can be used to store energy
7. To describe the magnetic field associated with a moving charge, a magnetic dipole, a long straight current-carrying wire, a wire loop and a solenoid
8. To calculate the force exerted by a magnetic field on a moving charged particle.
9. To understand and solve problems using Ampere's law
10. Explain the fundamental differences between paramagnetic, diamagnetic and ferromagnetic materials.
11. To understand the concepts of self-induction, to solve problems using Faraday's and Lenz's laws
12. To deal with electromagnetic oscillations, AC currents and oscillation circuits and solve RL and RLC circuits.

13. To compare and contrast the working principle of electromagnetic generators and motors.

14. Explain the meaning of displacement current and extended Ampere's law

To comprehend all 4 of the Maxwell's equations that predict the existence of electromagnetic waves

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.2	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.3	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.4	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.5	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.6	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.7	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.8	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams

2.2.9	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.10	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.11	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.12	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.13	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.14	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams
2.2.15	Lectures, In-class demonstrations	HW, Quiz, Exams

2. Additional Evaluation Strategies

-- Insert text here --

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	30
Final exam	30
Attendance/Assignments/Quizzes	40

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Chapter 1: Electric Charge and Electric Field	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
2	Chapter 2: Gauss's Law	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara

3	Chapter 3: Electric Potential	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
4	Chapter 4: Capacitance and Dielectrics	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
5	Chapter 5: Current, Resistance and Electromotive Force	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
6	Chapter 6: Direct-Current Circuits	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
7	Chapter 6: Direct Current Circuits	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
8	Midterm exam		
9	Chapter 7: Magnetic Field and Magnetic Forces	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
10	Chapter 8: Sources of Magnetic Field	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
11	Chapter 9: Electromagnetic Induction	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
12	Chapter 9: Electromagnetic Induction	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
13	Chapter 10: Inductance	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
14	Chapter 11: Alternating Current	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
15	Chapter 11: Alternating Current	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
16	Chapter 12: Electromagnetic Waves	Lectures, In-class quizzes	Asst. Prof. Dr. Harihara
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics

Author: Serway & Jewett

2. Additional Materials and Resources

3. Recommended Materials and Resources

The Feynman Lectures on Physics (Volume II)

Author: Feynman, Leighton and Sands

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Receive feedback through discussions with the students on a regular basis.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code 01366421
Course Title Chemical Process Instrumentation

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category

Program

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Dr. Narisara Thongboonchoo

5. Semester/Academic Year

1/2564

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

August 3,2020

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Basic concept of measuring and control devices used in industrial process; process flow diagram: PFD; piping and instrumentation diagram: P&ID; process instruments used for measuring temperature, pressure, level, pH, and flow; final control devices; industrial process control system; introduction to industrial process data communication.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Explain the basic principles & importance of measurement and process control in industrial process plant.
2. Describe process flow diagram: PFD and piping and instrumentation diagram: P&ID.
3. Explain elements of process control and industrial process data communication.
4. Explain static characteristics of instruments.
5. Explain principles of measurement of temperature, pressure, flow, level etc. Able to compare and list advantages and disadvantages of instruments.
6. Apply knowledge in measurement and control to design control system and required instruments for industrial process.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

Upon student request.

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures	Exams
2.2.2	Lectures	Homework and exams
2.2.3	Lectures	Exams
2.2.4	Lectures	Homework and exams
2.2.5	Lectures and VDOs	Project and exams
2.2.6	Projects	Project and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	30
Final exam	30
Individual Assignments and Homework	10
Group Project	25
Class Attendance	5

2. Teaching Plan

week	Topics	Teaching Method
1	Chemical Process Diagram & Design	lectures
2	Chemical Process Diagram & Design (continue)	Lectures
3	Basic principles, history, and importance of process control in industrial plants, control objectives and benefits.	Lectures
4	Elements of process control, control loop and components in control loop, types of control loop, control modes, and controllers,	lectures
5	Control of unit operations, Process safety instrumentation	Lectures
6	Control of unit operations, Process safety instrumentation (continue)	Lectures & VDOs
7	Plant-wide control	Lectures & VDOs
8	Valve and Control Valve	Lectures

9	Mid-term	
10	Basic concepts of measurement & Measurement System Analysis	Lectures & VDOs
11	Temperature measuring instruments	Lectures & VDOs
12	Pressure measuring instruments	Lectures & VDOs
13	Flow measuring instruments	Lectures & VDOs
14	Level measuring instruments	Lectures & VDOs
15	Measurements of viscosity, pH, humidity and others	Lectures & VDOs
16	Presentation week 1	Student presentation
17	Presentation week 2	Student presentation

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

- 1) Doebelin, E.O. 2003. Measurement Systems: Application and Design. 5th ed. Singapore: McGraw-Hill.
- 2) Emerson.2017. Emerson Control Valve Handbook. 5th Ed. Marshalltown: Emerson Automation Solution.
- 3) Kuphaldt T. R. 2018. Lessons In Industrial Instrumentation. Version 2.29. San Francisco. Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).
- 4) Morris. S.A. 2001. Measurement and Instrumentation Principles. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann
- 5) Smith, C.L. 2009. Basic Process Measurement. New Jersey: John Wiley & Sons.
- 6) Webster J. G.1998. The measurement, instrumentation and Sensor Handbook. Bosa Roca: Taylor Francis Inc.

2. Additional Materials and Resources

- 1) Turton. R. 2013. Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes. Fourth Edition. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education International.
- 2) McMaster University. Instrumentation for Process Control. [Online]. Available: http://www.pc-education.mcmaster.ca/Instrumentation/go_inst.htm.

3. Recommended Materials and Resources

--

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code	01006801
Course Title	Introduction to Engineering Programming

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1. Asst.Prof.Dr. Pasu Poonpakdee
2. Asst. Prof.Dr. Lin Min Min Myint
3. Dr. Kittipass Wasinarom

5. Semester/Academic Year

2/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)
.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

January 7th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

This course introduces basic concepts of computer programming such as elementary programming, data types, expressions, simple algorithms, and problem solving involving sequential statements, conditionals and iterations. Students learn routines or methods as fundamental concepts and practice using strings, arrays, lists, maps or dictionaries, pre-defined libraries and classes, abstraction mechanisms and basic object-oriented programming concepts. Students will practice related activities of software development life cycle such as system requirement analysis, debugging, testing and validation.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. To introduce students to procedural computer programming.
2. To introduce students to understand the fundamental of computer systems including the concept of basic programming.
3. To introduce students to know the basic commands of high-level programming language.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.2	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.3	Lectures and workshops	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

--

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	30
Final exam	30
Practical exam	20
Assignments / Attendance	20

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Introduction to the course	lectures	Pasu, Lin, Kittpass
2	Fundamental of Computer Systems	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
3	Introduction to C language / Output	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
4	Data Types, Input and Operator	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
5	Flowchart and Conditional	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
6	Loops	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
7	Chapter 5: Integrals	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
8	Midterm exam		
9	Conditional Loops	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
10	Practical exam		
11	Function 1	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
12	Array	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
13	Struct	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
14	Pointer	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
15	Function 2	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass

16	File and Text	lectures and workshop	Pasu, Lin, Kittpass
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Problem Solving and Design in C

Author: J.R.Hanly & E.B.Koffman

2. C Programming The Modern Approach

Author: K.N. King

2. Additional Materials and Resources

--

3. Recommended Materials and Resources

--

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)

Evaluation form by the instructor(s)

OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code	01006802
Course Title	Engineering Drawing

2. Credits

3 (2 - 2 - 5) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 OthersSpecific Course.....

4. Instructor(s)

Associated Prof. Dr Chinaruk Thianpong

5. Semester/Academic Year

1/2564

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3August 21st, 2020

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Lettering, orthographic projection, orthographic drawing and pictorial drawings, dimensioning and tolerancing, sections, auxiliary views and development, freehand sketches, detail and assembly drawings, basic computer aided drawing.

2. Course Objectives

- 1- Get information about the important tools for engineering drawing. This will give student basic knowledge of technical drawings professions and means of communications to others.
- 2- Learning how to draw the shapes, angles and lines and others which is essential for engineer.
- 3- Develop student's imagination and ability to represent the shape size and specifications of physical objects.
- 4- Understand the main idea of using dimension for engineering drawing.
- 5- Familiarize with different drawing equipment, technical standards and procedures for construction of geometric figures. This will give students ability to draw three dimension objects on the paper and to draw the pictorial drawings.
- 6- Explain the principle of projection and sectioning.
- 7- Understand the development of surface of body and fasteners.
- 8- Learning the main idea from assembly and detail drawing.
- 9- Learn the basic of computer aided drawing software.

Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
30 (2 hours x 15 weeks)	Per student request	30 (2 hours x 15 weeks)	75 hours/semester (5 hours x 15 weeks)

3. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.2	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.3	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.4	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.5	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.6	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.7	Lectures and Laboratory	Homework and exams
2.2.8	Lectures and Laboratory	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-- Insert text here --

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	35
Final exam	35
Assignments	25
Attendance	5

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Chapter 1-2: Line and Lettering	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
2	Chapter 3: Dimensioning	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
3	Chapter 4: Drawing Technique	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
4	Chapter 5: Three-dimensional Drawing	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
5	Chapter 6: First Angle Projection Drawing	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
6	Chapter 6: Third Angle Projection Drawing	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
7	Chapter 7: The Projection of Pyramid	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
8	Midterm exam		
9	Chapter 8: The Projection of Cylinder	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
10	Chapter 9: The Projection of Cone	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
11	Chapter 10: Auxiliary View	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
12	Chapter 11: Sectional View	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
13	Chapter 12: Mechanical components drawing	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
14	Chapter 13: Assembly, detail and exploded drawing	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
15	Chapter 14: Developments	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
16	Chapter 15: Introduction to Drawing software	Lectures and Lab	Chinaruk Thianpong
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Engineering Drawing Workbook from lecturer.

2. Additional Materials and Resources

-- Insert text here --

3. Recommended Materials and Resources

-- Insert text here --

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01006803
Course Title Engineering Mechanics

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Dr. Nattawut Chaomuang

5. Semester/Academic Year

1/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 12th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

In this course the students will learn the topics and principals of engineering mechanics including force systems, resultant, equilibrium, fluid statics, kinematics and kinetics of particles and rigid bodies, Newton's second law of motion, work and energy, impulse and momentum.

2. Course Objectives

The primary objective of engineering mechanics is to establish a fundamental knowledge of the physical and mathematical principles associated with the state of rest or motion of bodies that are subjected to the action of forces. In general, the mechanics course is divided into three blanches according to the nature of the concerned objects: rigid-body, deformable-body, and fluid mechanics. In this course, students will be introduced to rigid-body mechanics which is necessary for the study of the deformable-body and fluid mechanics. Throughout this course, students will learn both areas of rigid-body mechanics including statics and dynamics. Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Resolve both 2-D and 3-D vectors into components and represent them in a Cartesian coordinate system.
2. Draw a free body diagram (FBD) and apply equations of equilibrium to solve 2-D and 3-D problems.
3. Determine moments of a force in 2D and 3D cases, the effect of moving a force and find an equivalent force-couple system for a system of forces and couples, the moment of a force about an axis using scalar analysis and vector analysis, the moment of a couple, and an equivalent force for a distributed load.
4. Identify support reactions in 2-D and 3-D problems and represent by using FBDs, apply equations of equilibrium to solve for unknowns, and recognize two-force members.
5. Understand the characteristics of dry friction, draw FBDs including friction, and solve problems involving friction.
6. Understand the concepts of center of gravity, center of mass, and centroid and determine the location of these center points for a body.
7. Find the kinematic quantities (position, displacement, velocity, and acceleration) of a particle traveling along a straight path, determine position, velocity, and acceleration of a particle using graphs, describe the motion of a particle traveling along a curved path, relate kinematic quantities in terms of the rectangular components of the vectors, analyze the free-flight motion of a projectile, determine the normal and tangential components of velocity and acceleration of a particle traveling along a curved path, determine velocity and acceleration components using cylindrical coordinates, relate positions, velocities, and accelerations of particles undergoing dependent motion, understand translating frames of reference and use translating frames of reference to analyze relative motion.

8. Write the equation of motion for an accelerating body, draw the free-body and kinetic diagrams for an accelerating body, apply Newton's second law to determine forces and accelerations for particles in rectilinear motion, apply the equation of motion using normal and tangential coordinates, and analyze the kinetics of a particle using cylindrical coordinates.
9. Calculate the linear momentum of a particle and linear impulse of a force, apply the principle of linear impulse and momentum, apply the principle of linear impulse and momentum to a system of particles.
10. Analyze the kinematics of a rigid body undergoing planar translation or rotation about a fixed axis, determine the velocity and acceleration of a rigid body undergoing general plane motion using an absolute motion analysis, describe the velocity of a rigid body in terms of translation and rotation components, perform a relative-motion velocity analysis of a point on the body, locate the instantaneous center of zero velocity, use the instantaneous center to determine the velocity of any point on a rigid body in general plane motion, resolve the acceleration of a point on a body into components of translation and rotation, and determine the acceleration of a point on a body by using a relative acceleration analysis.
11. Determine the mass moment of inertia of a rigid body or a system of rigid bodies, apply the three equations of motion for a rigid body in planar motion, analyze problems involving translational motion, analyze the planar kinetics of a rigid body undergoing rotational motion as well as general plane motion.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures	Homework and exams
2.2.2	Lectures	Homework and exams
2.2.3	Lectures	Homework and exams
2.2.4	Lectures	Homework and exams

2.2.5	Lectures	Homework and exams
2.2.6	Lectures	Homework and exams
2.2.7	Lectures	Homework and exams
2.2.8	Lectures	Homework and exams
2.2.9	Lectures	Homework and exams
2.2.10	Lectures	Homework and exams
2.2.11	Lectures	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

None.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	40
Assignments	15
Attendance	5

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Chapter 1: General principles of mechanics Chapter 2: Force Vectors	Lectures	Nattawut Chaomuang
2	Chapter 2: Force Vectors	Lectures	Nattawut Chaomuang
3	Chapter 3: Equilibrium of a Particle	Lectures	Nattawut Chaomuang
4	Chapter 4: Force System Resultants	Lectures	Nattawut Chaomuang
5	Chapter 5: Equilibrium of a Rigid Body	Lectures	Nattawut Chaomuang
6	Chapter 6: Structural Analysis	Lectures	Nattawut Chaomuang
7	Chapter 7: Friction	Lectures	Nattawut Chaomuang
8	Midterm exam		
9	Chapter 8: Center of Gravity and Centroid	Lectures	Nattawut Chaomuang
10	Chapter 9: Kinematics of a Particle	Lectures	Nattawut Chaomuang
11	Chapter 9: Kinematics of a Particle	Lectures	Nattawut Chaomuang
12	Chapter 10: Kinetics of a Particle – Force and Acceleration	Lectures	Nattawut Chaomuang
13	Chapter 11: Kinetics of a Particle – Work and Energy	Lectures	Nattawut Chaomuang

14	Chapter 12: Kinetics of a Particle – Impulse and Momentum	Lectures	Nattawut Chaomuang
15	Chapter 13: Planar Kinematics of a Rigid Body	Lectures	Nattawut Chaomuang
16	Chapter 14: Planar Kinetics of a Rigid Body – Force and Acceleration	Lectures	
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Engineering Mechanics: Statics and Dynamics in SI Units (14th eds.)

Author: Russell Hibbeler

2. Additional Materials and Resources

1. Engineering Mechanics: Statics and Dynamic (7th eds.)

Author: James L. Meriam, L. G. Kraige

2. Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics (12th eds.)

Author: Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, Jr., David F. Mazurek, Phillip J. Cornwell, and Brian P. Self

3. Recommended Materials and Resources

The Engineering Dynamics Course Companion, Part 1 and 2

Author: Edward J. Diehl

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office’s course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

.....

.....

.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01006804
Course Title Engineering Materials

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Apinan Namkanisorn, Office: CCA-408, Email: apinan.na@kmitl.ac.th

Asst. Prof. Dr. Jittraporn Wongsangam, Office: Mechanical Engineering Building KMITL, Email:
jittraporn.wo@kmitl.ac.th

5. Semester/Academic Year

2/2564

6. Pre-requisite(s) (if any)

-

7. Co-requisites (if any)

-

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 9th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Study of relationship between structures, properties, production processes and applications of main groups of engineering materials i.e. metals, polymers, ceramics and composites; phase equilibrium diagrams and their interpretation; mechanical properties and materials degradation.

2. Course Objectives

On successful completion of this course students will be able to:

1. learn the structure-property-processing relationship for different classes of materials.
2. learn the basic properties of metal/ceramics/polymers/composites.
3. select the most suitable material in mechanical system design / production / service and maintenance.
4. understand the basic aspects of advanced engineering materials and their applications.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hours/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).
- A chat room via Line application will be set up on the first day of class to be used as a communication channel for the entire period of this class.

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2

Objective	Teaching methods	Evaluation methods
-----------	------------------	--------------------

2.2.1	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.2	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.3	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.4	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

- Weekly assignments

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	35
Final exam	35
Participations in Class	10
Assignments	20

2. Tentative Schedule

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer
1	- Introduction - Ch. 03 The Structures of Crystalline Solids	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
2	Ch. 03 The Structures of Crystalline Solids	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
3	Ch. 04 Imperfection in Solids	lecture	Asst. Prof. Dr. Jittraporn
4	Ch. 06 Mechanical Properties of Metals	lecture	Asst. Prof. Dr. Jittraporn
5	Ch. 07 Dislocations and Strengthening Mechanisms	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
6	Ch. 08 Failure	lecture	Asst. Prof. Dr. Jittraporn
7	Ch. 14 Polymer	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
8	Midterm exam	Written Examination	

9	Ch. 09 Phase Diagrams	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
10	Ch. 09 Phase Diagrams	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
11	Ch. 10 Phase Transformation	lecture	Asst. Prof. Dr. Jittraporn
12	Ch. 11 Applications and Processing of Metal Alloys	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
13	Ch. 12 Structures and Properties of Ceramics	lecture	Asst. Prof. Dr. Apinan
14	Ch. 16 Composites	lecture	Asst. Prof. Dr. Jittraporn
15	Ch. 17 Corrosion and Degradation of Materials	lecture	Asst. Prof. Dr. Jittraporn
16	Final exam	Written Examination	

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Materials Science and Engineering: An Introduction by William D. Callister

2. Additional Materials and Resources

TBA

3. Recommended Materials and Resources

TBA

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)

Evaluation form by the instructor(s)

OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructors review the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366201
Course Title Principle Calculations in Chemical Engineering

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree
 Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Asst. Prof. Dr. Thachanan Samanmulya

5. Semester/Academic Year

1/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 30th, 2020

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

The principles of chemical engineering calculations, material and energy balances with and without chemical reactions for steady state and unsteady state systems, systems with recycling, bypassing and purging, use of physical and chemical data, phase equilibrium, thermodynamic data for applications in chemical processes.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, students should be able to:

- 1) Define and determine properties of process streams including fluid density, flow rate, chemical composition (mass and mole fractions, concentrations), fluid pressure, and temperature.
- 2) Write and solve material balance equations for single-unit and multiple-unit processes, processes with recycle and bypass, and reactive processes.
- 3) Perform pressure-volume-temperature calculations for ideal and non-ideal gases. Incorporate the results of these calculations into process material balance calculations.
- 4) Perform vapor-liquid equilibrium calculations for systems containing one condensable component and for ideal multicomponent solutions. Incorporate the results of these calculations into process material balance calculation.
- 5) Write and solve energy balance equations for nonreactive and reactive processes, closed and open systems.

Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

3. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2

Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lecture, In class activity and Assignment	Midterm Exam, Quiz, In class attendance and Homework
2.2.2	Lecture, In class activity and Assignment	Midterm Exam, Quiz, In class attendance and Homework
2.2.3	Lecture, In class activity and Assignment	Midterm and Final Exam, Quiz, In class attendance and Homework
2.2.4	Lecture, In class activity and Assignment	Final Exam, Quiz, In class attendance and Homework
2.2.5	Lecture, In class activity and Assignment	Final Exam, Quiz, In class attendance and Homework

2. Additional Evaluation Strategies

In-class attendance and understanding.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
- Attendant	10
- Assignment	10
- Quiz	10
- Midterm	35
- Final	35

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Introduction (units and dimensions)	Lecture and In-class activities	T. Samanmulya
2	Mass, volume, flow rate and chemical composition	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
3	Pressure, temperature and ideal gas	- Lecture - Examples and In-class activities	T. Samanmulya

		- Quiz	
4	Flowchart, Mass balance for systems without chemical reactions and Independent degrees analysis	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
5	Mass balance for multiple processes, Systems with recycling, bypassing and purging	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
6	Stoichiometry	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
7	Mass balance of systems with chemical reactions	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
8	Midterm Examination		
9	Energy balance in chemical engineering	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
10	Energy in the process, Power unit and Forms of energy transfer	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
11	Energy balance for systems without chemical reactions	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
12	Energy balance for systems without chemical reactions	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
13	Heat of reaction and Energy balance of a single reaction	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
14	Energy balance of systems with multiple reactions	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
15	Energy balance of systems with unknown Stoichiometry	- Lecture - Examples and In-class activities - Quiz	T. Samanmulya
16	Applied energy balance in chemical engineering	- Lecture - Examples and In-class activities	T. Samanmulya

		- Quiz	
17	Final Examination		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Felder,R.M., Rousseau,R.W. “Elementary Principles of Chemical Engineering” 3rd Edition, John Wiley&Sons,2000.

2. Additional Materials and Resources

Himmelblau,D.M. “Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering” 7th Edition, PRT Prentice Hall,2004.

3. Recommended Materials and Resources

- Extended documents and information will be given in the class lecture.

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office’s course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

- The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee.
- The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.
- Assessment questionnaire and conversation and interaction between instructor and students.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code	01366223
Course Title	Thermodynamics

2. Credits

3(3-0-6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree
 Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others.....

4. Instructor(s)

1) Assist. Prof. Dr. Surat Areerat

5. Semester/Academic Year

1/2021

6. Pre-requisite(s)(if any)**7. Co-requisites(if any)****8. Venue**

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3July 7th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Introduction of thermodynamics, energy, enthalpy, entropy, heat and work, intensive and extensive properties, introduction to reversible and irreversible processes, temperature and pressure with heat estimation, ideal and real gases, gas's law, calculation of physical property for mixture, property of steam and steam table, introduction of first and second laws of thermodynamics, gas power cycle, refrigeration cycle and analysis of thermodynamic cycles

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Understand the basic principle of thermodynamics, related to Enthalpy, Entropy Heat and Work.
2. Interpret the energy conservation equation and applications.
3. Compute the physical properties of matters and steam.
4. Interpret and compute the expression for gas power cycles.
5. Interpret and compute the expression for vapor and combined power cycles.
6. Interpret and compute the expression for refrigeration cycles.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2

Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.2	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.3	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.4	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.5	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.6	Lectures and workshops	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage 100%
Midterm exam	40
Final exam	45
Assignments	10
Attendance	5

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Chapter 1: Introduction	lectures	Dr. Surat Areerat
2	Chapter 2: Energy, Energy transfer	lectures and workshop	Dr. Surat Areerat
3	Chapter 3: Properties of pure substances	lectures and workshop	Dr. Surat Areerat
4	Chapter 4: Energy analysis of closed system	lectures and workshop	Dr. Surat Areerat
5	Chapter 5: Mass and energy analysis	lectures and workshop	Dr. Surat Areerat
6	Chapter 6: The 2 nd law of thermodynamics	lectures	Dr. Surat Areerat
7	Chapter 7: Entropy	lectures	Dr. Surat Areerat
8	Midterm exam		
9	Chapter 8: Gas power cycles I	lectures	Dr. Surat Areerat
10	Chapter 8: Gas power cycles II	lectures	Dr. Surat Areerat
11	Chapter 9: Vapor and combined power cycle; the Carnot vapor cycle	lectures	Dr. Surat Areerat
12	Chapter 9: Rankine cycle	lectures	Dr. Surat Areerat
13	Chapter 9: Combined gas vapor power	lectures	Dr. Surat Areerat

	cycle		
14	Chapter 10: Refrigeration cycle introduction	lectures	Dr. Surat Areerat
15	Chapter 10: Vapor-compression refrigeration	lectures	Dr. Surat Areerat
16	Chapter 10: Absorption refrigeration system	lectures	Dr. Surat Areerat
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Thermodynamics; An engineering approach, 9th edition, Mc Graw-Hill, 2018.

2. Additional Materials and Resources

-- Insert text here --

3. Recommended Materials and Resources

-- Insert text here --

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others ..Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code 01366204
Course Title Chemical Engineering Thermodynamics

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Assistant Professor Dr. Tanawan Pinnarat

5. Semester/Academic Year

2/2564

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....01366202..Thermodynamics.....

7. Co-requisites (if any)

.....none.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

January 3rd, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

A study of thermodynamic properties of fluids, solution thermodynamics, vapor-liquid equilibrium at low to moderate pressures, thermodynamic properties and VLE from equations of state, topics in phase equilibria and chemical reaction equilibria

Upon completion of this course, the students should be able to:

- 1) Understand the content and theory and be able to apply the knowledge to solve the related thermodynamic problem
- 2) Critical thinking and be able to analyze the problem using the theory
- 3) Brainstorming and make discussion in classroom

2. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

3. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 1 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures, discussion in class	Exercise in classroom, Homework , Exams

2.2.2	Term Projects	Report and Presentation
2.2.3	Presentation	Group discussion
2.2.4	Discipline	On-time Attention, Submit homework and assignment within due date

2. Additional Evaluation Strategies

- Term project in this class will help student learn more on how to apply the concept of chemical engineering thermodynamics.
- Summary clip of each lecture is provided for student for review.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	40
Term Projects	10
Attendance and Quiz	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Review the definition and related theory: The zero, first and second law of thermodynamic. The first law in closed system, constant volume process and constant pressure process	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
2	The open system (mass and energy balance), pure substance behavior, PVT, Equation of State: EOS, Virial EOS	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
3	Application of Virial EOS, Cubic EOS, Generalized Correlations for gas and liquid phase	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
4	Calculation of heat and work including thermodynamic properties using H, U, S, heat capacity and PVT information	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat

5	Calculation of heat and work including thermodynamic properties using H, U, S, property diagram and table and generalized correlations	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
6	Phase rule and Duhem theory, Qualitative behavior of vapor-liquid equilibrium, Phase Diagram	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
7	Vapor-Liquid Equilibrium model, Raoult's law, Henry's law for T, P, and x_i , y_i at equilibrium, Bubble point, Dew point and Phase Diagram Construction	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
8	Midterm exam		
9	Vapor-Liquid Equilibrium model, Modified Raoult's law, K-value for T, P, and x_i , y_i at equilibrium, Bubble point, Dew point and Phase Diagram Construction, Flash Calculation, Fundamental property relation, Chemical Potential and Phase equilibria, Partial properties	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
10	Partial properties for binary mixture, Ideal gas mixture model, Fugacity and Fugacity Coefficient for pure substance	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
11	Fugacity and Fugacity Coefficient for mixture, Fugacity Coefficient using Virial EOS, Generalized Correlation, Ideal solution model and Excess properties	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
12	Activity Coefficient from liquid properties, and VLE and excess Gibbs energy model	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
13	Mixture property, heat of mixing from heats of solution, enthalpy/concentration diagrams	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
14	Equilibrium constant K, reaction stoichiometry, reaction equilibrium	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
15	Equilibrium constant K, reaction stoichiometry, reaction equilibrium Examples	Lectures	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat

16	Presentation of thermodynamic related problems	Group Presentation and Discussion	Assistant Professor Dr.Tanawan Pinnarat
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 8th edition, (2018) J.M.Smith, H.C.Van Ness, M.M.Abbott, M.T.Swihart, McGraw.Hill International Edition

2. Additional Materials and Resources

Thermodynamics an engineering approach 7th edition, (2011) Yunus A.Gengel, Michael A.Boles, McGrawHill

3. Recommended Materials and Resources

The Laws of Thermodynamics: A very short introduction, Peter Atkins (2010) Oxford University Press

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)

Evaluation form by the instructor(s)

Others

.....

.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

signature

(Assistance Professor Dr.Tanawan Pinnarat)

Lecturer

July 10, 2021

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366321
Course Title Fluid Mechanics

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree
 Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Walairat Chandra-ambhorn

5. Semester/Academic Year

1/2021

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 10th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Physical properties of fluids, fluid statics and its applications, types of fluids, fluid flow phenomena, basic equations of fluid flow, Navier-Stokes equation, Bernoulli's equation, fluid friction in a steady one-dimensional flow, incompressible fluid flow in pipes, compressible fluid flow, principle and calculation of pumps, fans, blowers and compressors, flow past immersed objects, measurement of flowing fluids, mixing.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. understand the physical properties, distinguish the type and explaining the flowing phenomena of fluid,
2. derive the basic equations, Navier-Stokes equation and Bernoulli's equation explaining fluid flow phenomena and estimate friction losses due to fluid flow,
3. apply fluid mechanics principles to design flow measuring, transporting and accelerating devices of fluids such as orifice meter, venturi meter, pump, fan, blower, compressor and nozzle, and
4. apply fluid mechanics principles to design unit operations corresponding to fluid flow such as fluidization, sedimentation, filtrations, and agitation and mixing.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and discussion	Assignment and exams
2.2.2	Lectures and discussion	Assignment and exams
2.2.3	Lectures and discussion	Assignment and exams
2.2.4	Lectures and discussion	Assignment and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam (2 times)	50
Final exam	30
Assignments	10
Attendance and class participation	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	- Introduction - Definition and properties of fluid	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
2	- Fluid statics - Flow phenomena	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
3	- Basic equations of fluid flow: Mass and momentum balances - Navier-Stokes equation	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
4	- Basic equations of fluid flow: Energy balances and Bernoulli equation	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn

5	- Incompressible fluid flow in pipes	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
6	- Flow of compressible fluid: Definition and basic equations	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
7	- Flow of compressible fluid: Isentropic flow, adiabatic flow, isothermal flow	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
8	Midterm exam 1		
9	- Transportation and metering of fluids: Pipe, fittings, valves.	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
10	- Transportation and metering of fluids: Fans, blowers and compressors.	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
11	- Transportation and metering of fluids: Measurement of flowing fluids - Midterm exam 2	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
12	- Pumps	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
13	- Fluid past immersed objects: Drag, flow through solid beds	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
14	- Fluidization	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
15	- Agitation and mixing	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
16	- Assignment solutions, Q&A, summary	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Y.A. Çengel & J.M. Cimbala, Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications, 3rd Ed., McGraw-Hill, 2014.
2. W.L. McCabe, J. C. Smith and P. Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering, 7th Ed., McGraw-Hill, 2005.

2. Additional Materials and Resources

1. C.J. Geankoplis, Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations), 4th Ed., Prentice-Hall, 2014.
2. R.B. Bird, W.E. Stewart & E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 2007.

3. Recommended Materials and Resources

- Websites such as Science Direct, Google, YouTube etc.

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office’s course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code	01366322
Course Title	Heat transfer

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan

5. Semester/Academic Year

1/2021

6. Pre-requisite(s) (if any)

01006717.Differential.equations
01366223.Thermodynamics
01366321.Fluid.mechanics

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

9 Jul 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Fundamentals of heat transfer, steady state and unsteady state heat conduction, heat convection, external and internal forced convection, natural convection, thermal radiation, boiling and condensation, heat exchanger and cooling tower.

2. Course Objectives

The goal of this course is to teach fundamentals of three heat transfer modes and their application in field of chemical engineering.

Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

3. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the academic advising time and guidance to the students on the first lecture.
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2	Lectures and workshops	Project evaluation and exams

2. Additional Evaluation Strategies

Class project evaluation.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	40
Assignments	20

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Introduction	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
2	Fundamentals of heat transfer (1)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
3	Fundamentals of heat transfer (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
4	Steady heat conduction (1)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
5	Steady heat conduction (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
6	Unsteady heat conduction (1)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
7	Unsteady heat conduction (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
8	Midterm exam		
9	Heat convection (1)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan

10	Heat convection (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
11	Heat radiation (1)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
12	Heat radiation (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
13	Types and design of heat exchanger (1)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
14	Types and design of heat exchanger (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
15	Applications of heat exchanger	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
16	Project Presentation and evaluation	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

- PowerPoint slide
- Y. Cengel & A. Ghajar, Heat and Mass Transfer : Fundamentals and Applications, 5th Edition, McGraw-Hill, 2014.
- J.R. Welty, C.E. Wicks, R.E. Wilson & G.L. Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, 5th Edition, Wiley, 2008.

2. Additional Materials and Resources

R.B. Bird, W.E. Stewart & E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2007.

3. Recommended Materials and Resources

C.J. Geankoplis, Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations), 4th Edition, Prentice-Hall, 2014.

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations by students and suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester shall be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366323
Course Title Mass Transfer

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree
 Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Walairat Chandra-ambhorn

5. Semester/Academic Year

2/2021

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....01006717.Differential Equations and 01366321.Fluid Mechanics.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 10th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Fundamentals of mass transfer, steady-state and unsteady state molecular diffusion, simultaneous momentum, heat and mass transfer, convective mass transfer and mass, energy and momentum-transfer analogies.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

- 1) understand principles of mass transfer and evaluate diffusion coefficients for mass transfer in gas, liquid and solid phase,
- 2) set up the mathematical equations and solve the problems in chemical processes relating to mass transfer,
- 3) apply the concepts of momentum, heat and mass transfer to solve simultaneous momentum or heat and mass transfer problems.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and discussion	Assignment and exams
2.2.2	Lectures and discussion	Assignment and exams
2.2.3	Lectures and discussion	Assignment and exams

2. Additional Evaluation Strategies

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	35
Final exam	35
Assignments	20
Attendance and class participation	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	- Fundamentals of mass transfer	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
2	- Definition of mass transfer coefficient - Gas mass diffusivity	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
3	- Liquid mass diffusivity - Pore diffusivity - Solid mass diffusivity	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
4	- Differential equations of mass transfer	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
5	- Steady-state molecular diffusion: One-dimensional mass transfer without chemical reaction	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
6	- Steady-state molecular diffusion: One-dimensional mass transfer with chemical reaction	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
7	- Simultaneous momentum and mass transfer	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
8	Midterm exam 1		
9	- Simultaneous heat and mass transfer	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
10	- Transient diffusion in a semi-infinite medium	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
11	- Transient diffusion in a finite-dimensional medium	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
12	- Concentration-time charts	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
13	- Convective mass transfer principle	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
14	- Mass, Energy and Momentum transfer analogies	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn

15	- Convective mass transfer between phases	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
16	- Assignment solution, Q&A, summary	Lecture/Discussion/Assignment	W. Chandra-ambhorn
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

J.R. Welty, C.E. Wicks, R.E. Wilson & G.L. Rorrer, *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, 5th Edition, Wiley, 2008.

2. Additional Materials and Resources

1. Y.A. Çengel & J.M. Cimbala, *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*, 3rd Ed., McGraw-Hill, 2014.
2. R.B. Bird, W.E. Stewart & E.N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 2007.

3. Recommended Materials and Resources

- Websites such as Science Direct, Google, YouTube etc.

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366432
Course Title Mechanical and Thermal Separations

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

- 1) Assoc. Prof. Dr. Yaneeporn Patcharavorachot
2) Asst. Prof. Dr. Patthranit Wongpromrat

5. Semester/Academic Year

1/2565

6. Pre-requisite(s) (if any)

01366322 Heat transfer

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 10th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Separation units by mechanical and thermal mechanisms; size-reduction, sieve and screening, sedimentation, precipitation, electrostatic precipitation, filtration, centrifugal separation, cyclone, fluidization, evaporation, pervaporation, drying, crystallization.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

- 1) Understand the principle of mechanical separation unit; size-reduction, sieve and screening, sedimentation, precipitation, electrostatic precipitation, filtration, centrifugal separation, cyclone, fluidization.
- 2) Apply principle of fluid mechanics to design mechanical separation unit; size-reduction, sieve and screening, sedimentation, filtration, centrifugal separation, cyclone, fluidization.
- 3) Understand the principles of separation processes, methods for separation and thermodynamics for separation.
- 4) Understand the principle of separation units relating to heat transfer; evaporation, pervaporation, drying and crystallization.
- 5) Be able to apply the principle of heat transfer to design, operate and develop the process for the better efficiency of the process.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice		Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-		90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.2	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.3	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.4	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.5	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	40
Individual assignments and homework	10
Class attendance and participation	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	- Introduction to Mechanical and Thermal Separations - Separation Methods - Thermodynamics of Separation	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
2	- Properties and Handling of Particulate Solids	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
3	- Sieve and Screening - Size Reduction	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
4	- Overview of Flow Past Immersed Objects	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
5	- Fluidization	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
6	- Filtration	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
7	- Settling and Sedimentation	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
8	Midterm Examination	-	-
9	- Centrifugal Separation - Cyclone and Hydrocyclone	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot

10	- Precipitation - Electrostatic precipitation	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
11	- Evaporation	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
12	- Evaporation	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
13	- Pervaporation	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
14	- Drying	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
15	- Drying	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
16	- Crystallisation	Lecture/Discussion/Assignment	P. Wongpromrat
17	Final exam	-	-

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Christie J. Geankoplis, Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations) 4th Edition, Prentice-Hall, 2003.
2. W.L. McCabe, J.C. Smith and P. Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering, 7th Ed., McGraw-Hill, 2005.

2. Additional Materials and Resources

Ernest J. Henley, J. D. Seader, D. Keith Roper, Separation Process Principles, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2011

3. Recommended Materials and Resources

-

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366434
Course Title Thermodynamic separations

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Apinan Namkanisorn, Office: CCA-408, Email: apinan.na@kmitl.ac.th

5. Semester/Academic Year

1/2565

6. Pre-requisite(s) (if any)

01366224 Chemical engineering thermodynamics.....

01366322 Heat transfer

01366323 Mass transfer

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 9th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Concept of thermodynamic separations, solid-liquid separations; adsorption, leaching, fluid-liquid separations; absorption, stripping, extraction, flash column, distillation.

2. Course Objectives

On successful completion of this course students will be able to:

1. Understand key concepts of separation processes including equilibrium stages, reflux, countercurrent contacting, limiting cases, efficiency and mass transport effects.
2. Perform material and/or energy balances around separation processes.
3. Calculate the number of stages required for multiple-stage separation operations such as distillation, liquid-liquid extraction, Solid-liquid extraction and gas absorption.
4. Determine the height of continuous contact separator such as packed towers used for gas absorption/desorption and distillation.
5. Utilize thermodynamic equilibrium data to support the description of the separation process.
6. Combine principles of operating lines and equilibrium descriptions to analyze or design separation processes.
7. Undertake problem solving concerning the analysis and/or design of separation processes.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hours/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

- A chat room via Line application will be set up on the first day of class to be used as a communication channel for the entire period of this class.

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.2	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.3	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.4	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.5	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.6	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.7	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

- Every students will be asked questions in class to check their understanding.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	30
Final exam	30
Assignments	20
Participations in Class	10
Pop-up Quizzes	10

2. Tentative Schedule

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer
1	- Introduction to separation processes - Thermodynamics of separation	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan

2	Introduction to Fick's Law, steady and unsteady state mass transfer	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
3	Dimensionless groups and correlations, interfacial mass transfer, local and overall mass transfer coefficients.	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
4	Absorption: equilibrium and operating lines, mass transfer driving force, transfer units, absorption columns	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
5	Absorption in Packed Column	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
6	Distillation: McCabe Thiele method, Operating lines for enriching and stripping sections; q lines for the feed, counting off stages, optimum feed location	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
7	Distillation: Limiting cases of total reflux and minimum reflux	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
8	Midterm exam	Written Examination	
9	Distillation: Ponchon method	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
10	Adsorption: break-through curve, kinetics	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
11	Adsorption: design equation, column height calculation	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
12	Liquid-Liquid Extraction: equilibrium stages, ternary diagrams, single stage extraction.	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
13	Liquid-Liquid Extraction: multistage extraction	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
14	Leaching: kinetics, counter-current, single stage operation	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
15	Leaching: multistage, rate-based approach	lecture and in-class tutorial	Asst. Prof. Dr. Apinan
16	Final exam	Written Examination	

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

C.J. Geankoplis, “Transport processes & Separation process principles (Includes unit operations)”, 4th Ed., Pearson, 2014.)

2. Additional Materials and Resources

1. E. J. Henley, J. D. Seader and D. K. Roper, Separation Process Principles, 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc., 2011.
2. W. L. McCabe, J. C. Smith and P. Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering, 7th Ed., McGraw-Hill, 2005.
3. P. C. Wankat, Separation Process Engineering, 2nd Ed., Prentice Hall, 2007.
4. R. G. Griskey, Transport Phenomena and Unit Operations: A Combined Approach, John Wiley & Sons, Inc., 2006

3. Recommended Materials and Resources

-- TBA --

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office’s course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code 01226021
Course Title Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Assoc. Prof. Dr. Duangkamol Na-Ranong

5. Semester/Academic Year

1/2020

6. Pre-requisite(s) (if any)

Principles Calculation in Chemical Engineering

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

January 7th, 2019

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Application of thermodynamics and kinetics to the analysis and design of chemical reactors, types of chemical reactor: single- and multiple-reactor systems, isothermal and non-isothermal operations: homogeneous and heterogeneous reactors

2. Course Objectives

1. Derive general mole balance equation and apply the equation to ideal reactors: batch and continuous flow types.
2. Design ideal reactors operated isothermally for single reactions.
3. Design ideal reactors operated isothermally for multiple reactions.
4. Design experiments for collecting kinetics data, analyze the obtained data and determine kinetics parameters of chemical reactions.
5. Design ideal reactors operated under non-isothermal condition.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance (arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.1	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2	Lectures and workshops	Homework and exams
2.3	Lectures and workshops	Homework and exams
2.4	Lectures and workshops	Homework and exams
2.5	Lectures and workshops	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	30
Final exam	45
Assignments	20
Attendance	5

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Mole Balances	lectures	Assoc.Prof.Dr.Duangkamol
2	Conversion and Reactor Sizing (I)	lectures	
3	Conversion and Reactor Sizing (II)	Lectures	
4	Rate Laws and Stoichiometry (I)	Lectures	
5	Rate Laws and Stoichiometry (II)	Lectures	
6	Isothermal Reactor Design (I)	Lectures	
7	Isothermal Reactor Design (II)	Lectures	
8	Midterm exam		
9	Isothermal Reactor Design (III)	Lectures	Assoc.Prof.Dr.Duangkamol
10	Collection and Analysis of Rate Data (I)	Lectures	
11	Collection and Analysis of Rate Data (II)	Lectures	
12	Multiple Reactions (I)	Lectures	
13	Multiple Reactions (II)	Lectures	
14	Steady-state Nonisothermal Reactor Design (I)	Lectures	
15	Steady-state Nonisothermal Reactor Design (II)	Lectures	
16	Steady-state Nonisothermal Reactor Design (III)	Lectures	
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 4th Edition, Pearson Education Inc., 2006

2. Additional Materials and Resources

- Octave Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, Third Edition, John Wiley & Sons, 1999
- Ronald W. Missen, Charles A. Mims, Bradley A. Saville, Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics, John Wiley & Sons, 1999
- George W. Roberts, Chemical Reactions and Chemical Reactors, John Wiley & Sons, 2009
- Charles G. Hill, Jr., An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley & Sons, 1977

3. Recommended Materials and Resources

-- Insert text here --

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....
.....
.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code	01366531
Course Title	Chemical engineering processes

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan

5. Semester/Academic Year

1/2021

6. Pre-requisite(s) (if any)01366431.Chemical engineering kinetics and reactor design01366432.Mechanical and thermal separations01366434.Thermodynamics separations**7. Co-requisites (if any)**

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

9 Jul 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Studies of production processes in industrial plants; raw materials, energy, industrial equipment, safety and environmental impacts.

2. Course Objectives

To learn process integration with regard to energy efficiency, waste minimization and an efficient use of raw materials.

Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

3. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the academic advising time and guidance to the students on the first lecture.
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2

Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Project evaluation and exams

2. Additional Evaluation Strategies

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	50
Final exam	50

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Introduction	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
2	Hydrocarbon	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
3	Drilling process	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
4	Drilling process (2)	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
5	Benzene Toluene and Xylenes	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
6	Olefin Plants Ethylene and Propylene	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
7	C4 Hydrocarbon Family	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
8	Midterm exam		
9	Cumene and Phenol	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan

10	Fischer-Tropsch	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
11	Alcohol	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
12	Formaldehyde Acetaldehyde and Ketone	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
13	Polymer and Thermoplastic	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
14	Aniline Phosgene Bisphenol A and Polyurethane	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
15	Epoxy Resins	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
16	Polycarbonates and Fibers	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. Nuttapol Lerkkasemsan
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

- PowerPoint slide
- Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes, James G. Speight, Elsevier (ตำราหลัก)
- Chemistry of Petrochemical Processes, Sami Matar and Lewis F. Hatch, Butterworth-Heinemann

2. Additional Materials and Resources

Concise Encyclopedia of Chemical Technology, Kirk-Othmer

3. Recommended Materials and Resources

Section 6: Course Evaluation and Improvement
--

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations by students and suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester shall be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code	01366532
Course Title	Chemical Process Simulation

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna

5. Semester/Academic Year

X/256X

6. Venue

- King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

7. Issue date or last update of TQF3July 12th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Applications of software package such as ASPEN PLUS or Pro/II for the calculate and design of unit operations relating the chemical engineering, for example, pump, pipe, heat exchanger, reactors, and columns. Analysis of unit parameters is included with the sensitivity analysis, optimization and design spec.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Apply process simulator(s) for unit operation calculations
2. Evaluate process sensitivity toward the change in process parameters and variables.
3. Use process simulator as tool for solving chemical engineering problems.
4. Have an idea to do process design with simulators aided.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.2	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.3	Lectures and workshops	Homework and exams
2.2.4	Lectures and workshops	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

Compare student understanding with chemical and petrochemical engineering students (Thai and bilingual programs).

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	50
Homework and participations	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Course Introduction	Lectures and Workshops	Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna
2	State & Properties		
3	Simulation of Stream Splitter		
4	Simulation of Pressure Units		
5	Simulation of Heater/ Cooler Units		
6	Simulation of Flash		
7	Simulation of Heat Exchanger		
8	Simulation of Simple Reactors		
9	Simulation of Detailed Reactors		
10	Simulation of Shortcut Distillation		
11	Simulation of Detailed Distillation		
12	Simulation of Absorption		
13	Simulation of Reactive Distillation		
14	Chemical Plant Simulation I		
15	Chemical Plant Simulation II		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

R. Schefflan. Teach Yourself the Basics of Aspen Plus™. John Wiley & Sons, 2011.

2. Additional Materials and Resources

- K. AL-MALAH. Aspen Plus: Chemical Engineering Applications. John Wiley & Sons, 2016.

- J. BANKE, M. CUDDIHY. ASPEN Tech. Handbook A Technical Aid for Chemical Engineering Process Design Students, 2003

- A. Jana. Process Simulation and Control Using ASPENTM. 2nd Ed. New Delhi: PHI Learning, 2014

3. Recommended Materials and Resources

Google Classroom

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others ...Received feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code	01366535
Course Title	Bioprocessing

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA

5. Semester/Academic Year

2/2565

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....01366111..Chemistry for chemical engineering.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

January 7th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

This course gives the engineering concepts for biological conversion of raw materials to food, pharmaceuticals, fuels, and chemicals. The course will give a survey of the structure and function of biological molecules, including carbohydrates, lipids, and proteins as the basic understanding toward applications. It is then emphasized on enzyme and microorganism kinetics and technology, bioreactors and fermenters operation, and downstream processing of bioreaction products.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

1. Understand the basic aspects of Bioprocessing engineering and their applications.
2. Understand the biological process and their applications that turns waste into renewable energy.
3. Apply knowledge of bioprocesses with scientific, technological and engineering knowledge to produce renewable energy.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).
- A chat room via Line application will be set up on the first day of class to be used as a communication channel for the entire period of this class.

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2

Objective	Teaching methods	Evaluation methods
-----------	------------------	--------------------

2.2.1	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.2	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams
2.2.3	Lectures and in-class tutorial	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

- Weekly assignments
- Class project evaluation.

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	35
Final exam	35
Assignments	20
Attendance	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Chapter 1: Biomass	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
2	Chapter 2: Biodiesel	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
3	Chapter 2: Biodiesel	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
4	Chapter 3: Bio-oil	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
5	Chapter 3: Bio-oil	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA

6	Chapter 4: Syn-gas	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
7	Chapter 4: Syn-gas	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
8	Midterm exam		
9	Chapter 5: Liquid hydrocarbon	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
10	Chapter 5: Liquid hydrocarbon	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
11	Chapter 6: Bio-ethanol	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
12	Chapter 6: Bio-ethanol	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
13	Chapter 7: Biogas	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
14	Chapter 7: Biogas	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
15	Chapter 8: Biohydrogen	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
16	Chapter 8: Biohydrogen	Lecture/Examples/Discussion/Assignment	Asst. Prof. Dr. THACHANAN SAMANMULYA
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Bioprocessing for value-added products from renewable resources : new technologies and applications, Amsterdam : Elsevier, 2007

Author: Yang, Shang-Tian

2. Food and industrial bioproducts and bioprocessing, Chichester : Wiley-Blackwell, 2012

Author: Dunford, Nurhan Turgut

2. Additional Materials and Resources

Power point slides

3. Recommended Materials and Resources

Biofuel Production Technologies, อติศักดิ์ ปัตติยะ, 2018

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

Online evaluation (via KMITL Registrar Office’s course evaluation system)

Evaluation form by the instructor(s)

OthersReceived feedbacks through the conversations and in-class discussions with the students.....

.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366533
Course Title Process Dynamics and Control

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Assoc. Prof. Dr. Yaneeporn Patcharavorachot

5. Semester/Academic Year

2/2565

6. Pre-requisite(s) (if any)

01006717 Differential equations
01366421 Engineering measurement and instrumentation

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 10th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation
1. Course Description

Mathematical models of chemical engineering systems, solution techniques and dynamics of these systems, introduction to automatic control, feedback control concept, stability analysis, frequency response and control system designs. Introduction to measurement and control instrument characteristics.

2. Course Objectives

Upon completion of this course, the students should be able to:

- 1) Derive process models involving unsteady state mass and energy balances
- 2) Define the transfer function of chemical processes and characterize the dynamic behavior of linear systems
- 3) Understand the dynamic behavior of first-order, second-order, and higher-order systems
- 4) Describe the concept of a feedback controller and overview the process control instrumentation
- 5) Understand the dynamic behavior of feedback control system
- 6) Understand the advantages and disadvantages of using different types of controllers
- 7) Perform stability analysis of feedback control system and controller tuning
- 8) Perform stability analysis and controller tuning of feedback control system by using frequency response

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice		Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-		90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes
1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
2.2.1	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.2	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.3	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.4	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.5	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.6	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.7	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams
2.2.8	Lectures and assignment and discussion in the class	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	40
Individual assignments and homework	10
Class attendance and participation	10

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Introduction to Process dynamics and Control	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
2	Mathematical Model of Chemical Processes	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
3	Laplace Transforms and Their Properties	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
4	Transfer Functions	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
5	Pole and Zero of Transfer Functions	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
6	Dynamic behavior of 1 st and 2 nd systems	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
7	Dynamic behavior of higher order systems and complex system	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
8	Midterm Examination	-	-
9	Type of feedback controllers Instrument in control system	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
10	Dynamic behavior of feedback-controlled process	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot

11	Dynamic behavior of feedback-controlled process (Cont'd)	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
12	Stability analysis of feedback system	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
13	Controller tuning	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
14	Frequency response analysis	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
15	Design of feedback control systems using Frequency response analysis	Lecture/Discussion/Assignment	Y. Patcharavorachot
16	Tutorial	Tutorial	Y. Patcharavorachot
17	Final exam	-	-

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Seborg, Edgar, Mellichamp, Process Dynamics and Control, John Wiley, 2011.
2. George Stephanopoulos, Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice, Prentice Hall, 1984.

2. Additional Materials and Resources

Coughanowr, Process Systems Analysis and Control, 2nd Ed., McGraw-Hill, 1990

3. Recommended Materials and Resources

-

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College Faculty of Engineering – International Programs
Department Chemical Engineering

Section 1: General Information

1. Course Code 01366311
Course Title Engineering Economics and Decision Tools for Business

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category

Program

- Single program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong

5. Semester/Academic Year

2/2563

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 9th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Introduction to accounting data and financial statements in the chemical industry, equipment cost estimation and economic evaluation in chemical engineering plant design, economic evaluation for alternative selection and investment of chemical processes.

2. Course Objectives

Economic evaluation for alternative selection and investment of chemical processes

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- The lecturer announces the advising schedule to the students on the first day of class
- The lecturer allocates a 2 hour/week for academic advice and guidance to the students participating in this course (suitable arrangements on request).

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching methods	Evaluation methods
1	Lectures and workshops	Homework and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-- Insert text here --

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	50
Final exam	50

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching methods	Lecturer(s)
1	Chapter 1: Introduction	lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
2	Chapter 2: How time and Interest affect Money	lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
3	Chapter 3: (Continued) Factors Estimation	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
4	Chapter 3: Present Value analysis	lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
5	Chapter 3: Annual Value analysis	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
6	Chapter 4: Rate of Return analysis	lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
7	Mid-term Examination		
8	Chapter 5: B/C analysis and Public sector project	lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
9	Chapter 6: Breakeven and Payback analysis	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
10	Chapter 7: (Continued) Breakeven and Payback analysis	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
11	Chapter 8: Replacement and Retention Decisions	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
12	Chapter 9: (Continued) Replacement and Retention Decisions	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
13	Chapter 10: Effect of Inflation and Estimating Cost	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong

14	Chapter 11 (Continued) Effect of Inflation and Estimating Cost	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
15	Chapter 12: Review case study	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
16	Chapter 13: Review case study	Lectures	Asst.Prof.Dr. Kunlanan Kiatkittipong
17	Final exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Leland Blank and Anthony Tarquin, "Engineering Economy" McGraw-Hill, 2018
2. Max S. Peters, Klaus D. Timmerhaus, "Plant Design and Economics for Chemical Engineers" McGraw-Hill, 1985
3. Gavin Towler, Ray Sinnott, "Chemical Engineering Design" Elsevier, 2012

2. Additional Materials and Resources

-- Insert text here --

3. Recommended Materials and Resources

-- Insert text here --

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation
- Evaluation form by the instructor(s)

Others

.....

.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

Workshop for new case study

Thai Qualifications Framework for Higher Education
Course Specification (TQF3)

Name of Institution King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Campus/Faculty/College School of Engineering – International Programs
Department

Section 1: General Information

1. Course Code 01366631
Course Title Process Safety and Waste Management

2. Credits

3 (3 - 0 - 6) Credits

3. Program and Course Category**Program**

- Single Program
 Bachelor's Degree

Multiple programs

Course Category

- General Education Course
 Required Major Course
 Thesis Course
 Others

4. Instructor(s)

1) Assoc.Prof.Dr. Anchaleeporn Waritswat Lothongkum

5. Semester/Academic Year

2/2565

6. Pre-requisite(s) (if any)

.....

7. Co-requisites (if any)

.....

8. Venue

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

9. Issue date or last update of TQF3

July 14th, 2021

Section 2: Course Description, Objectives and Implementation

1. Course Description

Environmental pollutions: sources and characteristics of industrial waste and treatment methods; impact on environment; environmental quality standards. Air pollution: origin and fate of air pollutants; atmospheric dispersion; stationary and mobile sources; source control. Noise pollution: noise effects; noise control. Water pollution: pollution source; source control; Municipal water treatment; Wastewater treatment; disposal and reuse. Solid and hazardous waste management: characterization and classification; concepts of pollution prevention and waste minimization; waste treatment and disposal technologies. This course will provide students with an overall understanding of the many safety practices and requirements as they relate to industrial settings, specifically power generation, transmission, and distribution. The course will cover material from the Occupational Safety and Health Administration Standard and other current industrial safety practices from Department of Industrial Works of THAILAND.

2. Course Objectives

Upon completion of this course:

1. Students gain general knowledge of safety in laboratory. Students can describe toxicology and effects of toxicants including exposure limits, e.g., threshold limit value (TLV), permissible exposure level (PEL), etc.
2. Students can describe the concept of behavior based safety (BBS), physical, chemical and process safety hazards.
3. Students can describe common definitions related to process safety, and strategy of process safety management (PSM) system.
4. Students can describe hazard identification and risk assessment, and can identify various hazard identification methods. Students gain knowledge in engineering design concepts associated with process safety to prevent overpressure, fires and explosions.
5. Students can describe fire protection systems, safety plan, emergency response plan, and safety audit.
6. Students can gather information on environmental pollution controls in terms of air pollution, water pollution and solid wastes. Students can explain hazardous waste management methods.
7. Students gain knowledge about industrial waste and can selecting suitable treatment methods.
8. Students know Thai regulations related to safety and waste management.

3. Number of Study Hours per Semester

Lecture	Extra Lecture	Laboratory/Practice	Self Study
45 (3 hours x 15 weeks)	Per student request	-	90 hours/semester (6 hours x 15 weeks)

4. Number of Hours Provided for Individual Academic Advice and Guidance to Students

- Consultation time: Appointment via cell phone and email (Provide 3 h/week).
- Course Subject Line Group

Section 3: Evaluation of Learning Outcomes

1. Course Learning Outcomes

From the Course Objectives in 2.2		
Objective	Teaching Methods	Evaluation Methods
2.2.1	Lecture	Homework, and exams
2.2.2	Lecture and group assignment	Group assignment, presentation and exams
2.2.3	Lecture	Homework, and exams
2.2.4	Lecture and group assignment	Group assignment, presentation and exams
2.2.5	Lecture	Homework, and exams
2.2.6	Lecture and workshop	Homework, and exams
2.2.7	Lecture and workshop	Homework, and exams
2.2.8	Lecture	Homework, and exams

2. Additional Evaluation Strategies

-

Section 4: Grading Criteria and Teaching Plan

1. Grading criteria

Evaluation method	Percentage
Midterm exam	40
Final exam	35
H.W.	10
Group Assignments, Presentation	15

2. Teaching Plan

Week	Topics	Teaching Methods	Lecturer(s)
1	<ul style="list-style-type: none"> - Course Syllabus - Engineering Ethics (Self Reading from COE and EIT Websites) - Safety in Laboratory - Personal Protective Equipment (PPE) - Behavior Based Safety (BBS) - Basic Talk Safety in Workplace, Physical, Chemicals, and Process Safety Hazards - Toxicology and Industrial Hygiene 	Lecture, Homework and Group Assignment	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
2-4	<ul style="list-style-type: none"> - Process Safety Management (PSM) System: Thai Regulation and Definitions - Risk Based Process Safety (RBPS) by CCPS - ISO 45001: Occupational Health and Safety (OH&S) Management - Engineering Codes and Standards, e.g., for Piping, Storage Tanks, Pressure Vessels, etc. - Chemical Reactivity - Engineering Design for Process Safety to Prevent Overpressure, Fires and Explosions 	Lecture and Group Assignment Presentation, e.g., on PSM, ISO 45001	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
5-6	<ul style="list-style-type: none"> - DIW Regulation on Risk Assessment and Risk Matrix - Hazard Identification Methods, e.g., Job Safety Analysis (JSA), What-if, Checklist, FMEA, HAZOP, and Bow-tie Methods - Basic HAZOP Principles 	Lecture and Group Assignment Presentation, e.g., on Hazard Identification Methods	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
7	<ul style="list-style-type: none"> - Fire Protection Systems - Safety Plan, Emergency Response Plan - Basic Talk of Incident Investigation and Safety Audit 	Lecture	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
8	Midterm Exam		
9	Thai Regulations related to Safety and Waste Management: <ul style="list-style-type: none"> - Factory Acts B.E. 2535 (1992), No. 2 and No.3 B.E. 2562 (2019) - Regulations Relating to Safety in Workplace and Environmental 	Lecture and Workshop on Thai Regulations	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum

Week	Topics	Teaching Methods	Lecturer(s)
	<ul style="list-style-type: none"> - Hazardous Substance Acts, B.E. 2535 (1992), No. 2 B.E. 2544 (2001), No. 3 B.E. 2551 (2008) and No. 4 B.E. 2562 (2019) - UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Occupational Safety, Health and Environment Act B.E. 2554 (2011) and Related Regulations, i.e., Committee of Occupational Safety, Health and Environment of the Workplace, Safety Officers, etc. - The National Environmental Quality Act (NEQA) of B.E. 2535 - Environmental Impact Assessment (EIA) (http://eia.onep.go.th) 		
10-11	<ul style="list-style-type: none"> - Prevention and Control of Toxic Chemicals and Hazardous Wastes - Bio Circular Green Economy (ECG Economy) and Cleaner Technology - Brief of REACH, PRTR, RoHS, WEEE, ELV - Hazardous Wastes and Industrial Wastes 	Lecture and Group Assignment Presentation, e.g., on Circular Economy, WEEE	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
12	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluating and Selecting Industrial Waste Treatment Systems - Treatment Evaluation Process: Air Emissions 	Lecture	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
13	Treatment Evaluation Process: Industrial Wastewater	Lecture	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
14	Treatment Evaluation Process: Solid Wastes	Lecture	Assoc.Prof.Dr.Anchaleeporn W. Lothongkum
15	Final Exam		

Section 5: Teaching and Learning Resources

1. Main Textbooks or Teaching Documents

1. Daniel A. Crowl and Joseph F. Louvar. Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications. 4th ed., Prentice Hall. 2019.
2. The Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. Introduction to Process Safety for Undergraduates and Engineers, 2016.
3. Woodard & Curran, Inc. Industrial Waste Treatment Handbook. 2nd ed., Butterworth-Heinemann. 2005.
4. John Pichtel. Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial. 2nd ed., CRC Press. 2014.

2. Additional Materials and Resources

1. U.S. Department of Energy Washington, D.C. 20585. DOE Handbook Process Safety Management for Highly Hazardous Chemicals, (DOE-HDBK-1101-2004). 2004.
2. U.S. Department of Energy Washington, D.C. 20585. DOE Handbook Chemical Process Hazards Analysis, (DOE-HDBK-1100-2004). 2004.
3. Willie Hammer and Dennis Price. Occupational Safety Management and Engineering. 5th ed., Prentice Hall. 2001.
4. Joseph F. Louvar and B. Diane Louvar. Health and Environmental Risk Analysis: Fundamentals with Applications. Prentice Hall, 1998.
5. Salah El Haggag. Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle-to-Cradle for Sustainable Development. Academic Press, 2010.
6. Yung-Tse Hung et al., Waste Treatment in the Service and Utility Industries, CRC Press. 2017.

3. Recommended Materials and Resources

-

Section 6: Course Evaluation and Improvement

1. Course Effectiveness Evaluation by Students

- Online evaluation (via KMITL Registrar Office's course evaluation system)
- Evaluation form by the instructor(s)
- Others Received feedbacks through the conversations and in-class discussion with the students.....

2. Review and Improvement Plan for Course Effectiveness

The instructor reviews the course evaluations submitted by the students and the suggestions made by the faculty/program committee. The course specification and teaching plan for the next academic year/semester will be revised accordingly.

ภาคผนวก 4 คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน

สารบัญ คู่มือปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน

1. CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 1	362
2. CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 2	423

LABORATORY MANUAL OF
CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY I

DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING,
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

Table of Content

EXPERIMENT 1 Determination of Vapor-Liquid Equilibria of Binary Mixture.....	1
EXPERIMENT 2 Sedimentation	10
EXPERIMENT 3 Fluidization.....	12
EXPERIMENT 4 Filtration.....	18
EXPERIMENT 5 Size Reduction.....	31
EXPERIMENT 6 Agitation and Mixing	36
EXPERIMENT 7 Fluid Flow in Pipe	41
EXPERIMENT 8 Centrifugal Pump Performance.....	45
EXPERIMENT 9 Heat Exchanger.....	51

EXPERIMENT 1

Determination of Vapor-Liquid Equilibria of Binary Mixture

1. Objectives

- 1) To study the operation of circulating distillation apparatus.
- 2) To study the behavior at equilibria of homogeneous binary mixture.
- 3) To study the vapor-liquid phase diagrams (composition and temperature-composition diagrams) of binary mixture of ethanol-water using refractometer.

2. Theory

Solution may be described as a homogeneous mixture of at least two substances, and in most cases, we deal with liquid solutions. The component, which represents the largest portion of the solution, is usually called the solvent, while the dissolved substance is referred to as the solute. However, if the solution is made of completely miscible liquids in similar portions, it is not practical to distinguish which component is the solvent and which is the solute. The solutions of miscible liquids are often called liquid mixtures. Any liquid substance is more or less volatile; there is certain vapor pressure of this substance above the surface of the pure liquid. When the miscible liquids are mixed together, the vapor pressure of each component above the surface of the formed solution is lowered, in comparison with the pure liquid component.

Distillation is one of the most common chemical operations that chemical engineers perform. It has been described as the “work-horse” of chemical engineering because of its widespread use in industry. Distillation is a type of separation process that is useful in separating components of a liquid mixture that have different volatilities.

For example, consider a mixture consisting of two components, A and B, which have boiling points of 70°C and 100°C, respectively. When the mixture begins to boil, the vapor phase that is formed will be richer in A than the liquid phase. This is because A has a lower boiling point and vaporizes more easily than B. Therefore, A has a greater tendency to enter the vapor phase while B tends to remain in the liquid phase. Of course, if the entire mixture were allowed to boil away, the resulting vapor would have the same concentration of A and B as the original liquid mixture. However, if only a fraction of the liquid is allowed to boil, the vapor will contain a higher concentration of A than the original liquid mixture. As the mixture

continues to boil, the compositions of both the vapor and liquid phase change with time. Since A enters the vapor phase more quickly than B, the concentration of A in the liquid phase decreases while that of B increases. Also, as the temperature of the boiling liquid increases, more B vaporizes as time passes, and the concentration of B in the vapor phase also increases with time. If some fraction of the original mixture vaporizes and the vapor is collected and allowed to cool and condense in a separate container, the new liquid mixture (first distillate) will have a higher concentration of A than the original did. If the first distillate is distilled by repeating the process, a second distillate with an even higher concentration of A will be obtained. This is basically how distillation works. It is just a series of vaporization and condensation processes that continues until a desired concentration is reached.

The composition of solutions in liquid and distillate can be determined by various techniques. One of these techniques is refractometry.

Refractive indices

The refractive index (n) is a physical constant that can be used to characterize liquids. It can be used to determine the optical performance, purity, concentration, dispersion, and etc. Therefore, refractometer is widely used as one of the indispensable tools in petrology, oil, and fat analysis, pharmaceutical, paint, food, chemical and sugar making industries as well as in universities and industrial research centers for R&D and quality control (QC).

Refractive index is the ratio of the velocity of light in air to the velocity of light in the liquid. It is also equal to the ratio of the sine of the angle of incidence (θ_2) to the sine of the angle of refraction (θ_1).

$$n = \text{velocity in air} / \text{velocity in liquid}$$

$$= \sin \theta_2 / \theta_1$$

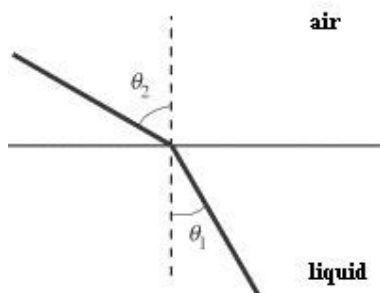


Fig. 1 Refraction of light

Phase equilibrium diagrams

From distillation, one can construct the relations of temperature, pressure, and composition of solvents at equilibrium. Equilibrium of mixture can be represented in several ways, as the following.

Vapor pressure diagrams (P-x,y)

Vapor pressure diagram, Fig. 2A, represents the amounts (i.e. mole fractions) of interesting solvent in vapor and liquid phase at corresponding pressures by keeping temperature constant.

Boiling diagrams (T-x,y)

Boiling diagram, Fig. 2B, represents boiling temperature of liquid mixture and condensation temperature of vapor mixture. It depends on the initial concentration of mixture.

Equilibrium diagram (x-y)

Equilibrium diagram, Fig. 2C, represents the mole fractions of solvent A in the mixture in both vapor and liquid phase at equilibrium and at constant pressure. This type of equilibrium diagram cannot be used to determine the boiling temperature because boiling temperature depends on the concentration of volatile mixture. At $y = x$, the system shows azeotropic relation, which the composition of the vapor (gaseous) and liquid phase of the azeotrope is identical.

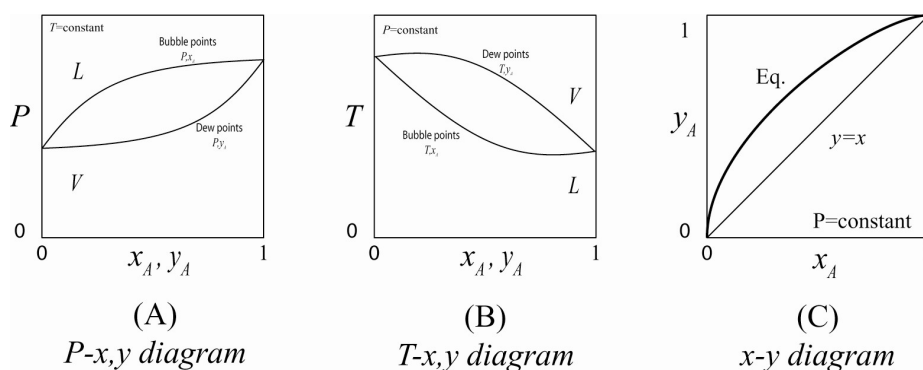


Fig. 2 Phase equilibrium diagrams

Determination of weight percentage (%wt) of ethanol (EtOH)

Compare the scale reading measured from refractometer with the calibration curve (Fig. 3). The relation between %wt EtOH (Y axis) and scale reading (x axis) can be equation shown below.

$$Y = 1.1412X^4 - 19.557X^3 + 125.7X^2 - 342.99X + 322.66$$

Use the following equation to calculate the mole fraction of EtOH in vapor and liquid phase

$$\text{mole fraction of EtOH} = \frac{\%wt \text{ EtOH} / 46}{(\%wt \text{ EtOH} / 46) + (\%wt \text{ H}_2\text{O} / 18)}$$

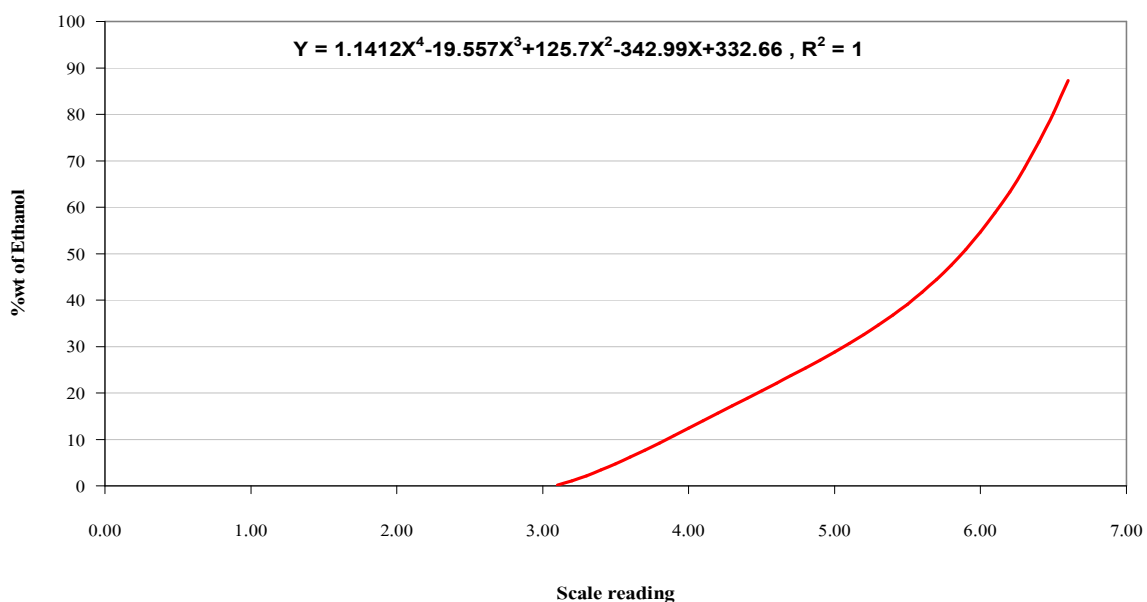


Fig. 3 Calibration curve representing %wt EtOH at different scale reading

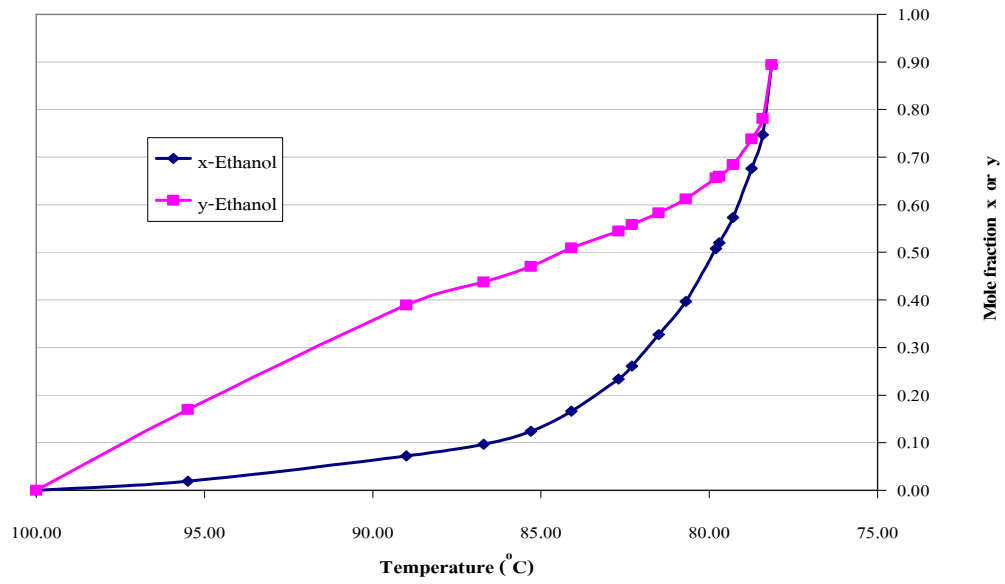
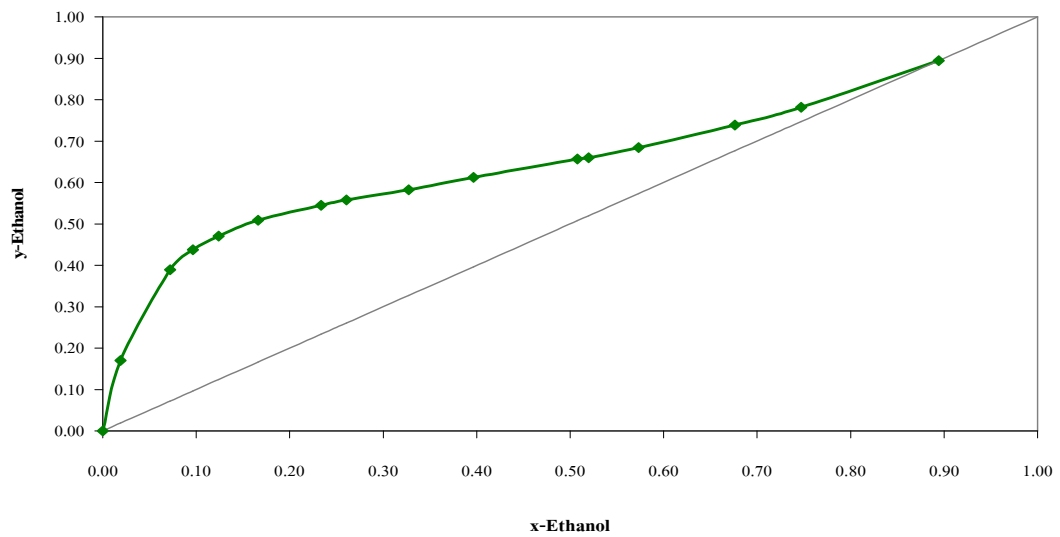
Fig. 4 T-x,y diagram of EtOH-H₂OFig. 5 x-y diagram of EtOH-H₂O

Table 1. Reference data of vapor-liquid equilibria of EtOH-H₂O at 1 atm

Component		Temperature (°C)	Mole fraction A in		Total pressure (kPa)
A	B		Liquid	Vapor	
Ethanol	Water	100.00	0.0000	0.0000	101.3
		95.50	0.0190	0.1700	
		89.00	0.0721	0.3891	
		86.70	0.0966	0.4375	
		85.30	0.1238	0.4704	
		84.10	0.1661	0.5089	
		82.70	0.2337	0.5445	
		82.30	0.2608	0.5580	
		81.50	0.3273	0.5826	
		80.70	0.3965	0.6122	
		79.80	0.5079	0.6564	
		79.70	0.5198	0.6599	
		79.30	0.5732	0.6841	
		78.74	0.6763	0.7385	
		78.41	0.7472	0.7815	
78.15	0.8943	0.8943			

3. Experiment

Materials and Apparatus

- 1) VLE 100/SM (Fig.6)
- 2) Refractometer
- 3) Timer
- 4) Pasture pipet
- 5) Sample vials
- 6) Syringe
- 7) Balance
- 8) Ethanol (EtOH)

- 9) Deionized (DI) or reverse osmosis (RO) water

4. Method

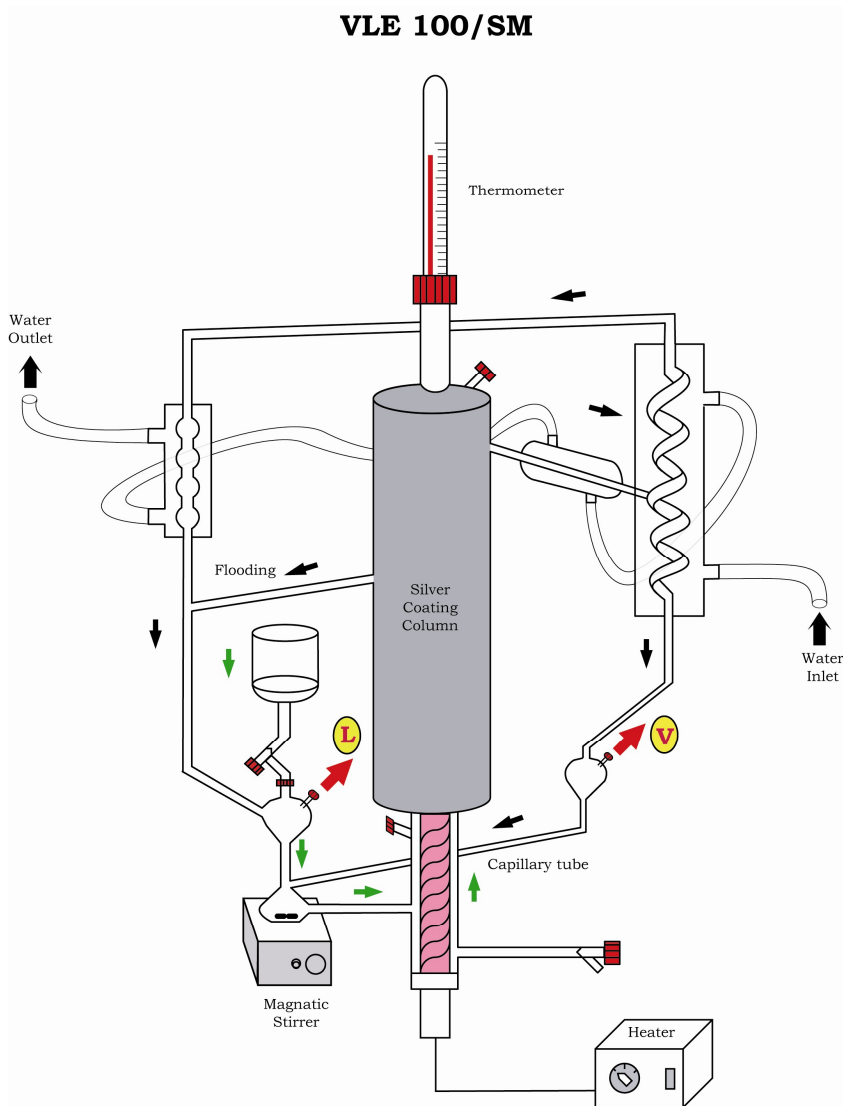
- 1) Prepare 30% (v/v) EtOH solution
- 2) Transfer EtOH solution into VLE 100/SM. Wait until the system reach the equilibrium at a certain temperature. Record the temperature.
- 3) Use a syringe to collect the approx. 0.3 g sample every 10 minutes. Collect both vapor and liquid samples and store them in separate sample vials. Remember to label each vial.
- 4) Measure the refractive indices of collected samples by adding few drops of samples on refractometer prism. Read the scale reading. Caution: Do not touch the surface of the prism of refractometer with any glass or metal objects. Do not scratch the prism surface. Clean the surface of prism using soft absorbent paper to keep it always dust and dirt free.
- 5) Determine the weight percentage (% wt) of EtOH by using the calibration curve provided (Fig. 3)
- 6) Calculate mole fraction of EtOH in liquid and vapor phase from %wt EtOH.
- 7) Plot x-y diagram of EtOH-H₂O at P = 1 atm using data from 6)
- 8) Repeat the experiment by varying the temperatures to plot T-x-y diagram at P = 1 atm.

5. Data analysis and reporting

- 1) Compute and plot the following
 - a) x-y diagram
 - b) T-x,y diagram
- 2) Compare your data to reliable data from literature.
- 3) Discuss the behavior of your mixture.

6. Questions

- 1) Define Raoult's Law.
- 2) What is the purpose of using refractive index in this experiment? Can we use other properties?
- 3) Can you perform a mole balance for both ethanol and water? If necessary, propose explanations for any discrepancies in the balances.



7. References

- 1) ภัทรพรรณ ประศาสน์สารกิจ. 2545. เทอร์โมไดนามิกส์ วิศวกรรมเคมี. กรุงเทพฯ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- 2) J. M. Smith. 2001. Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. 6th ed. Singapore: McGraw-Hill.

3) R. H. Perry. 1997. **Perry's Chemical Engineer's Handbook**. 7th ed., New York :McGraw-Hill.

EXPERIMENT 2

Sedimentation

1. Objectives

- 1) To determine settling velocity of solid in a slurry
- 2) To compare settling velocities of solid in slurries with different concentrations.
- 3) To investigate influence of flocculent on settling velocity.

2. Experimental

2.1. Chemicals and equipment

- 1) Plastic cylindrical tube ($\phi = 3.3$ cm) 3 tubes
- 2) Limestone
- 3) Alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)
- 4) Tap water
- 5) Watch
- 6) Balance
- 7) Measuring cylinder
- 8) Beaker
- 9) Stirring rod

2.2. Procedure

Part I

- 1) Weigh limestone and add it into a cylindrical tube (See Table)

Tube	Weight of limestone (g)
1	12.0
2	20.0
3	40.0

- 2) Add water (400 cm³) into each cylindrical tube.
- 3) Shake the mixture in the cylindrical tube to obtain uniform distribution of limestone in the liquid slurry.
- 4) Mount the cylindrical tube on the experimental unit and record the height of limestone suspending layer. ($t = 0$)

5) Read and record the height of the layer every 1 min (10 min). In the next 10 min, record the height every 2 min, then every 5 min. Record the data until the height of the layer is constant.

Part II

1) Calculate the amount of coagulant, $Al_2(SO_4)_3$, needed to get a final concentration of 2 mg Al^{3+}/l in each cylindrical tube.

2) Add $Al_2(SO_4)_3$ into each cylindrical tube.

3) Quickly shake the mixture to obtain uniform slurry.

4) Mount the cylindrical tube on the experimental unit and record the height of limestone suspending layer. ($t = 0$)

5) Read and record the height of the layer every 1 min (10 min). In the next 10 min, record the height every 2 min, then every 5 min. Record the data until the height of the layer is constant.

6) After complete sedimentation occurs, shake the mixture for 10 min and repeat the experiment in Part II.

3. Analysis of data

1) Plot graph between interfacial layer and time.

2) Calculate settling velocity from the obtained experimental data and compare it with the theoretically calculated one.

3) Compare settling velocity of the case of using and without using flocculent.

4. References

1) Geankoplis, G. J., 2003. **Transport Process and Separation Processes Principles (Includes Unit Operations)**. 4thed. Singapore: Prentice Hall.

2) McCabe, W. L., Smith, J. C. and Harriot, P. 2001. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 6thed. Singapore: McGraw Hill.

EXPERIMENT 3

Fluidization

1. Objectives

- 1) To study behavior of fluidization in air – solid systems.
- 2) To study relation of velocity of air, pressure drop in bed and initial height of bed.

2. Theory

Fluidized beds are used widely in chemical processing industries for separations, rapid mass and heat transfer operations, and catalytic reactions as well as for air drying process. A typical fluidized bed is a cylindrical column that contains particles and through which fluid, either gaseous or liquid, flows. In the case of fluidized bed reactors, the particles would contain a catalyst, and for separations, the solid particles might be an absorbent or adsorbent. The velocity of the fluid is sufficiently high to suspend, or fluidize, the particles within the column, providing a large surface area for the fluid to contact, which is the chief advantage of fluidized beds. Fluidized beds range in size from small laboratory-scale devices to very large industrial systems.

Multiple flow patterns within fluidized beds can be observed depending upon the velocity of the fluid. For sufficiently low rates of flow, fluid passes through the void space between particles without disturbing them. This case where the bed of particles remains in place is referred to as a “fixed bed”. At higher rates of flow, the drag forces acting on the particles can exceed the gravitational forces and lift particles. However, when the bed of particles expands, the drag force drops as fluid velocity in the void spaces declines. The result is a highly dynamic state to which we refer as fluidization. Regimes of fluidization which can be easily identified from qualitative observations include bubbling and slugging patterns at relatively low flow rates and turbulent flow patterns at higher flow rates. At very high rates of fluid flow, the drag force can exceed the net gravitational forces on individual particles, even when the particles are widely separated. In this regime of pneumatic conveying, particles are carried through the container and must be reintroduced externally.

3. Equipment and materials

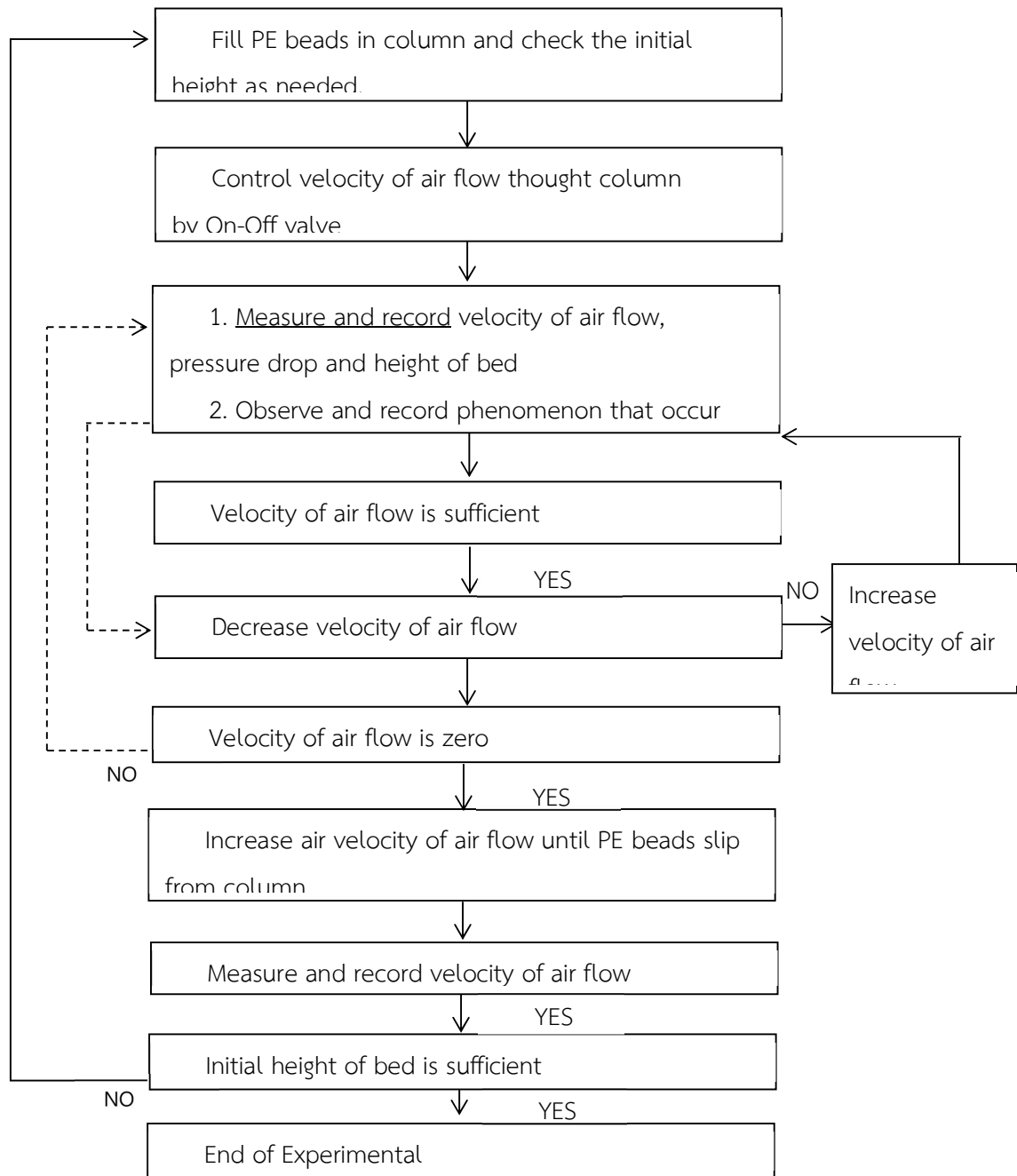
- 1) Fluidization kits (figure 2)
 - Column (Diameter 10 cm.)
 - Distributor (2 mm. x 2 mm.)

- Blower
 - Manometer
 - Valve
- 2) Digital anemometer
 - 3) Scales
 - 4) Cylinder
 - 5) Vernier
 - 6) PE beads

4. Experimental

- 4.1. Determine the density of PE beads.
 - The replacement of water
- 4.2. Determine the size of PE beads.
 - Measuring by Vernier.
- 4.3. Determine the relation of velocity of air flows and pressure drop in empty column.
 - 1) Velocity of air flows through the column control by valve (begin at low velocity).
 - Recording air flow from digital anemometer.
 - Recording pressure drop in the empty column from manometer.
 - 2) Increase velocity of air flows through the column.
 - Read air flow from digital anemometer and record (as same as (1)).
 - 3) Repeat (2) until the maximum velocity of air flow through the column.

4.4 Experiment of Fluidization



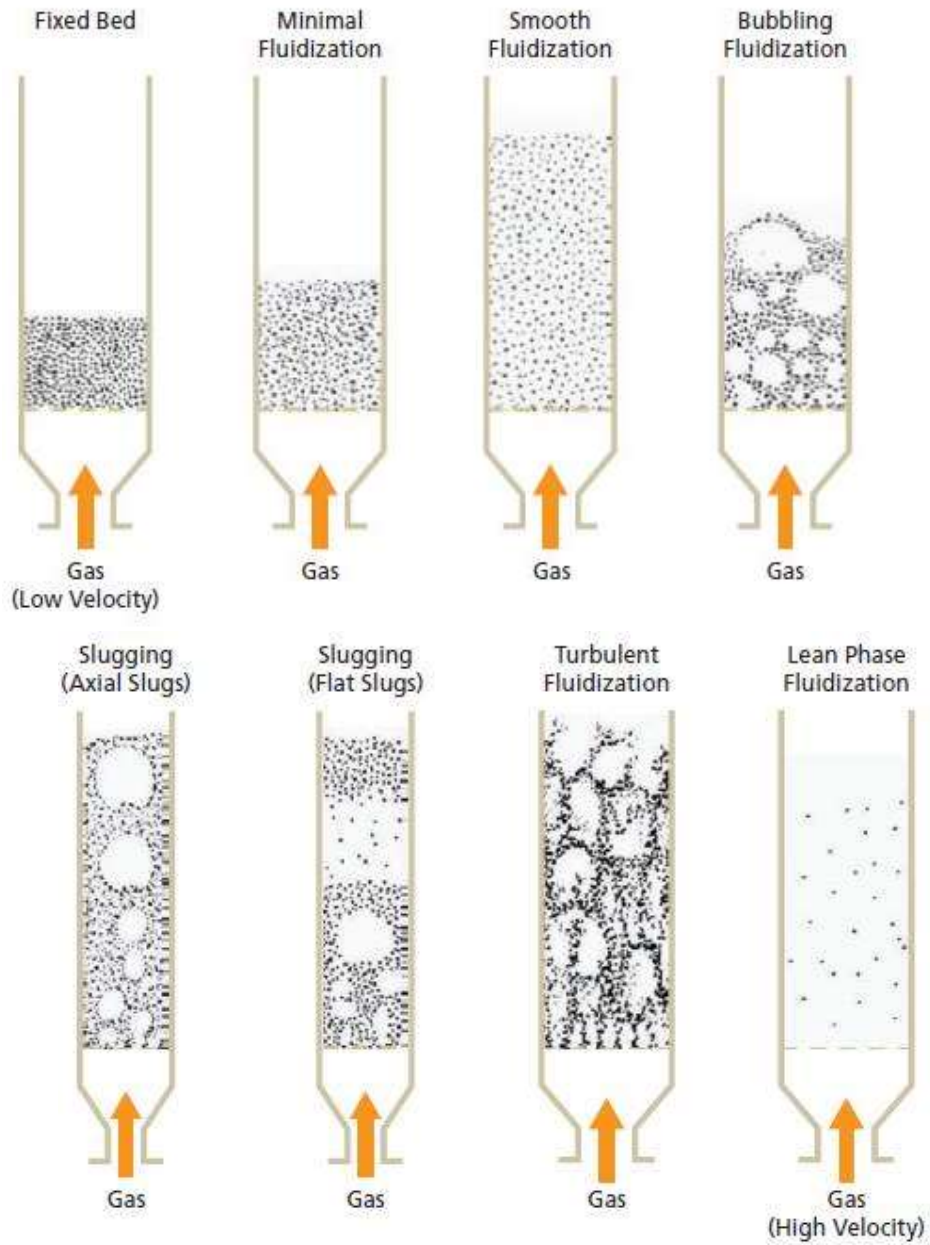


Figure 1 Type of fluidization achieved

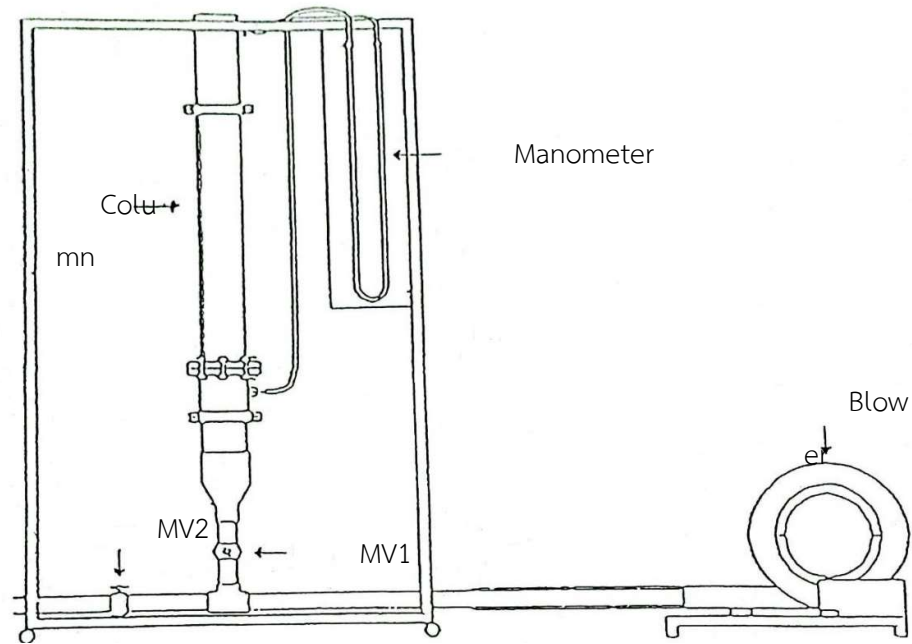


Figure 2 Fluidization kits

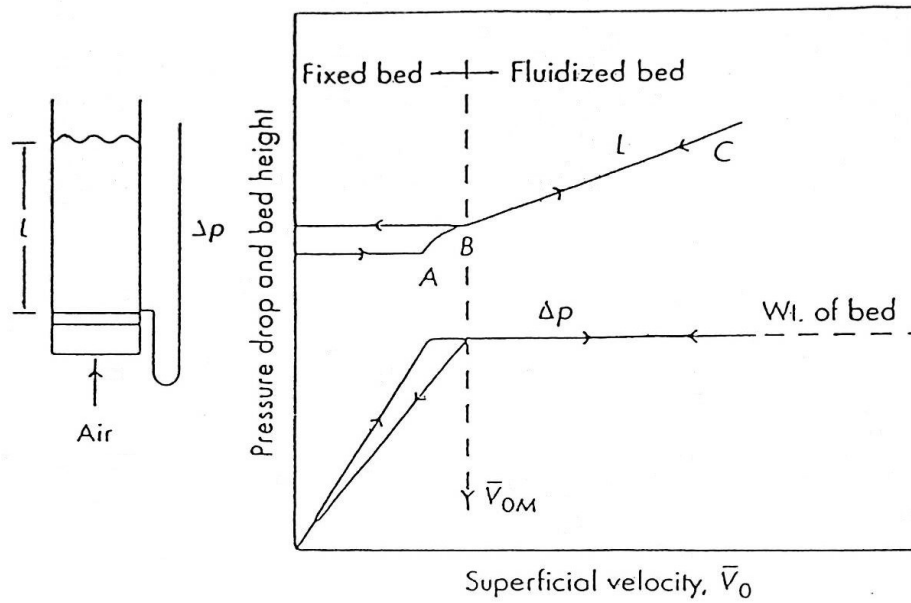


Figure 3 Relation of pressure drop and bed height with superficial velocity

5. Analytical

- 1) Determine the pressure drop across the PE beads.
- 2) Calculation of void fraction.

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\text{volume of voids in bed}}{\text{total volume of bed (voids plus solid)}} \\ &= \frac{\text{volume of bed} - \text{volume of solid}}{\text{total volume of bed (voids plus solid)}}\end{aligned}$$

3) Plot graphs the relation of pressure drop and velocity of air flows at the initial of the various bed height.

4) Plot graph the relation of bed height and velocity of air flows at the initial of the various bed height.

5) Plot graph the relation of ε and velocity of air flows at the initial of the various bed height.

6) Calculate minimum velocity and terminal velocity at the initial of the various bed heights.

6. Questions (Answer in the report)

1) Calculate minimum velocity and terminal velocity by theory and compare with result of experiment.

2) Description the various kinds of fluidization by air flows

3) Discussion about the advantages and disadvantages of fluidization.

4) Description about using fluidization for any work.

EXPERIMENT 4

Filtration

1. Objectives

- 1) To understand the principle of pressure filtration using filter press.
- 2) To improve the experimental skill.

2. Introduction

“In filtration, a multilayer lattices retains those particles that are unable to flow the tortuous channels of the filter. Oversize particles may be form a cake layer on the top of the filter and may also block the filter lattice, preventing the fluid phase from crossing the filter (blinding). Filtration differs from sieving. For filtration, separation occurs at the single perforated layer (a sieve). In sieving, particles that are too big to pass through the hole of the sieve are retained. Commercially, the term filter is applied to membranes where the separation lattice is so thin that the surface becomes the main zone of particle separation, even though these products might be described as sieve. Filtration differs from adsorption, where it is not the physical size of particles that causes separation but the effects of surface charge. Some adsorption devices containing activated charcoal and ion exchange resin are commercially called filters, although filtration is not their principal function.” [1]

There are some examples that filtration play the important role in industries: Food and beverage, Pharmacy, Cement, Water treatment, Chemical, Petroleum, Air/ gas separation, Paper, Power plant, Incineration, etc.

Filtration is also used to describe some biological process, especially in water and sewage treatment in which undesirable constituents are removed by absorption into a biological film grown on or in the filter medium as in slow sand filtration. For biofilter, it is the combination of filter and biological digestion device. [1]

Concerning to the particle size (d_p in meter unit), the filtration type can be classified as:

- | | | |
|-------------------|---------------------------|-----|
| - Macrofiltration | $10^{-6} < d_p$ | |
| - Microfiltration | $10^{-7} < d_p < 10^{-6}$ | |
| - Ultrafiltration | $10^{-8} < d_p < 10^{-7}$ | |
| - Nanofiltration | $10^{-9} < d_p < 10^{-8}$ | |
| - Reverse osmosis | $d_p < 10^{-9}$ | [4] |

3. Theory

Filtration is one of mechanical or physical separation operation that removes the dispersed particles from the feed stream using porous filter medium. The feed stream is the suspension or slurry of solids in fluid. The fluid may be liquid, gas or gas mixture, or supercritical fluid. The filter medium is called filtering medium, filter medium, filter media, or even septum. The retained oversize solid on the upstream side of filter medium is called cake or filter cake, while the downstream, which passes through the porous medium is called filtrate. The particles may not completely be removed by filtration, thus the filtrate can contain fine particles, depending on the pore size and filter thickness [1, 2].

Flowing of slurry through the filter medium can be occurred by the pressure difference between the upstream and the downstream sides acting as its driving force. So, the pressure of upstream must be higher than that of downstream. The pressure higher than the atmospheric pressure can come from the gravity of liquid, pump, blower, or centrifugal force.

For some cases, both filtrate and filter cake is needed, but in other cases only one of them is required. While in some cases, neither filtrate nor filter cake is discarded.

The filter medium acts as a mechanical support for the filter cake and is also responsible for the collection of solids. Several kinds of materials can be used as filter medium. The examples are woven materials such as felt or cloth, perforated sheet metal, bed of granular solid built up on a supporting steel plates, and prefabricated porous solid unit, membrane filter media, surface type cartridge, and type cartridge. The retained particle is significant only in the initial stages of filtration by one of many ways: straining; impingement; entanglement; attractive forces.

In some case, the filter aid is used to form the surface deposit, which screens out the solid and it also prevents the filter medium from plugging. Their examples are Keiselguhr, talc, bentonite, charcoal, asbestos, paper pulp, etc.

3.1. Mechanism of filtration

There are three types of filtration: surface filtration (screen filtration), depth filtration, and cake filtration. The mechanisms are shown in Fig.1

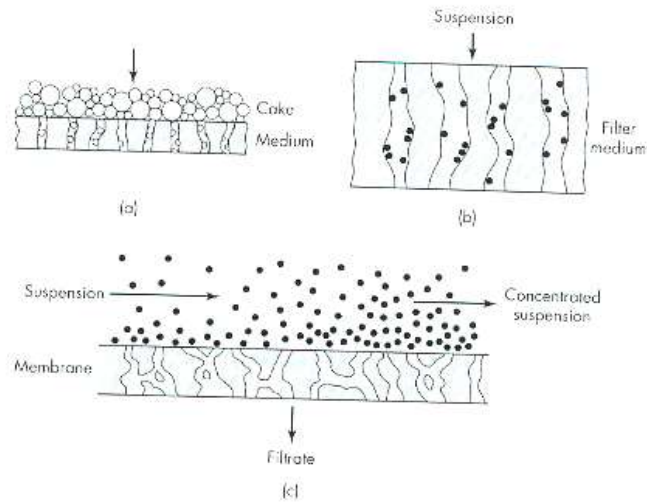


Fig. 1 Mechanisms of filtration (a) cake filter (b) clarifying (c) cross-flow filter [2]

Clarifying filters (deep-bed filter) is used to clarify the small amount of particle such as the particle in beer. The cake filters is used to separate the large amount of particle such as crystal or sludge. Generally, the cake is washed to remove the soluble impurity and/or the remained liquid as much as possible. Cross-flow filter is used for membrane filtration with the permeable membrane. The concentrate feed is separate to the permeate stream and the reflux (more dilute) stream.

Most of industrial filtrations are constant pressure and non-constant pressure. The operation may be batch or continuous depends on the method to discharge the filter cake. When the liquid has high vapor pressure or high viscosity, the filter, which has high pressure is necessary. Although, discharging the cake is difficult.

For batch filtration, the cycle time of filtration includes four periods of time: assembling; filtering; washing; and disassembling of the apparatus.

3.2. Types of filter

It can be classified the type of filter by the working characteristics as:

1) Discontinuous pressure filters

This is the (constant) pressure filters used in the case of the pressure different across the filter medium much enough. It suits for viscous liquid or small particle size. The filter presses in Fig.2 and the shell-and-leaf filters are the examples.

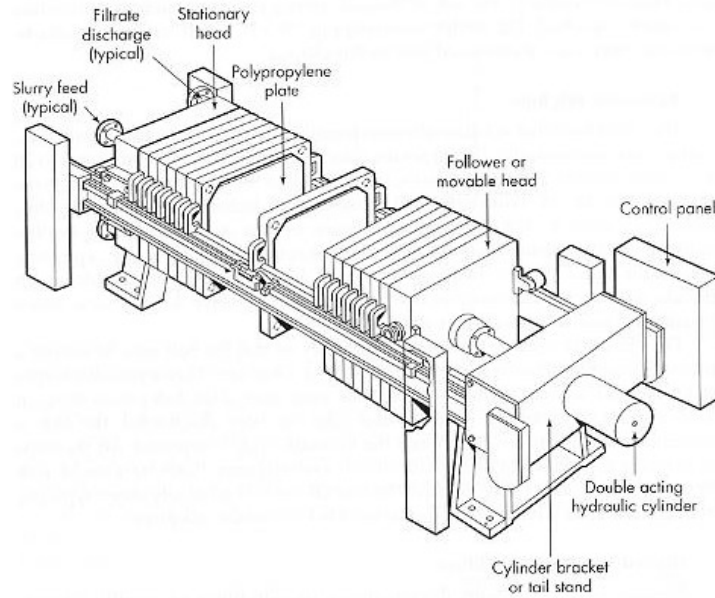


Fig.2 Filter press equipped for automatic operation [2]

- 2) Continuous pressure filters
- 3) Discontinuous vacuum filters

Though most of vacuum filters are batch operation but nutsche vacuum filters are not. However, using nutsche causes high labor cost and difficult to discharge the cake.

- 4) Continuous vacuum filters

For every kind of continuous vacuum filters, the liquid is removing from the filter medium while the cake is deposited, washed, and discharged. The pressure drop between 10-20 in Hg (not high). Rotary-drum filters and horizontal belt filter are the examples of this kind.

3.3.Principle of filtration

Filtration can be divided into two kinds, constant pressure, and constant rate (volume of filtrate). The latter is more commonly used.

The general equation for all kind filtration is:

$$\frac{d^2t}{dV^2} = k_1 \left(\frac{dt}{dV} \right)^n \quad (1)$$

When V = volume of filtrate collected during time t
 k_1, n = constant

The general equation for constant rate filtration is:

$$\frac{d(\Delta P)}{dV} = k_s (\Delta P)^n \quad (2)$$

For clarification filtration, the constant value, n can be 2, $\frac{3}{2}$ or 1 depends on the deposition mechanism. But for cake filtration, the constant value, n equals 0.

When ΔP = pressure drop across the filter medium

n is the same value as in the case of constant pressure filtration

For cake filtration, the flowing of filtrate is reduced by filter medium resistance and cake resistance as same as that happens in clarifying filters. The filter medium resistance is significant only in the short period of filtering, which starts up filtering when the cake resistance is zero. After that, the cake resistance is increased with time. During the cake washing, the resistance is constant while the filter medium is no longer important and can be neglected. Pressure drop at any time is the summation of pressure drop across the filter medium and the pressure drop across the cake. If P_a is given as the pressure of feed and P_b is as the pressure of the exit. The P' is the pressure at the interface of cake and filter medium, we can get eq.(3)

$$\Delta P = P_a - P_b = (P_a - P') + (P' - P_b) = \Delta P_c + \Delta P_m \quad (3)$$

ΔP = total pressure drop

ΔP_c = pressure drop due to the cake

ΔP_m = pressure drop due to the filter medium

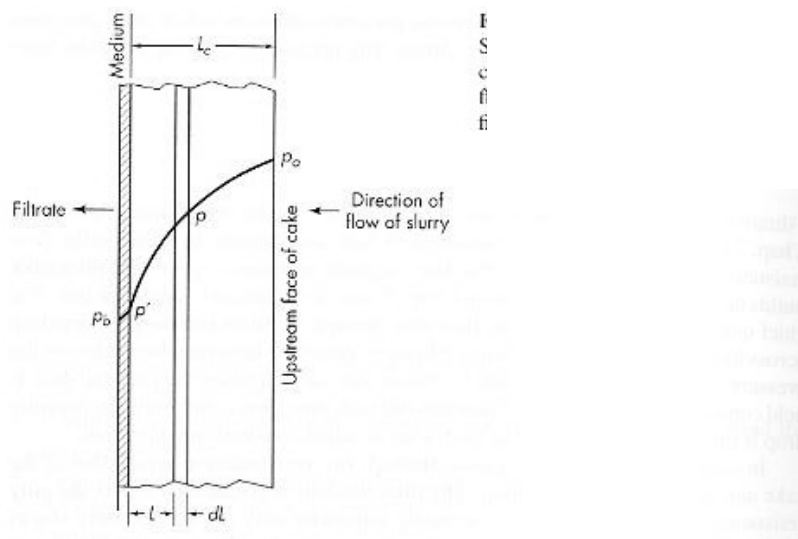


Fig.3 Section through filter medium and cake, showing pressure gradients; p , fluid pressure; L , distance from filter medium [2].

3.4. Pressure drop due to the cake

As shown in Fig.3, the cake and filter medium at time t of filtering, the cake thickness starts at the filter medium is L_c . The filtering area is in the perpendicular direction with flow. The thin layer of cake, dL , is considered from the filter medium. Pressure, P , at point L is the pressure of the flow inside the thin layer of filter bed. The flow is low enough to apply the laminar equation. From

$$\frac{\Delta P}{L} = - \frac{dP}{dL} \quad \text{and } k_2 = 0 \text{ for laminar, we can get}$$

$$\frac{dP}{dL} = \frac{k_3 \mu u (1 - \varepsilon)^2 (S_p / V_p)^2}{g_c \varepsilon^3} \quad (4)$$

when

dP/dL	=	rate change of pressure drop at the cake thickness L
μ	=	viscosity of filtrate
u	=	linear velocity of filtrate based on the area of filter medium
S_p	=	surface area of single particle
V_p	=	volume of single particle
ε	=	cake porosity
k_3	=	constant
g_c	=	Newton's conversion factor

For the given particle shape and sized, and the particle forms the randomize bed, $k_3 = 4.167$, we get

$$u = \frac{dV / dt}{A} \quad (5)$$

Term V is the filtrate collected at time t . Because the filtrate must pass through all layers of the cake, therefore, $\frac{V}{A}$ is constant for every layer and the value of u does not depend on L .

Volume of the solid cake is $A(1 - \varepsilon)dL$. If ρ_p is the density of particle and dm is the mass of cake, so

$$dm = \rho_p (1 - \varepsilon) A dL \quad (6)$$

When the term dL in eq.(4) and eq.(6) are eliminated, we get

$$dP = \frac{k_3 \mu u (S_p / V_p)^2 (1 - \varepsilon) dm}{g_c \rho_p A \varepsilon^3} \quad (7)$$

3.5. Compressible and incompressible cakes

Under the low value of pressure drop of filtration, the slurry consists of the uniform particle. Except m , every term on the right hand side of eq.(7) depends on L . Integrating this equation for all of the cake thickness when m_c is the total mass of the cake.

$$\int_{P'}^{P_a} dP = \frac{k_3 \mu u (S_p / V_p)^2 (1 - \varepsilon)}{g_c \rho_p A \varepsilon^3} \int_c^{m_c} dm$$

$$P_a - P' = \frac{k_3 \mu u (S_p / V_p)^2 (1 - \varepsilon) m_c}{g_c \rho_p A \varepsilon^3} = \Delta P_c \quad (8)$$

The cake with the decreasing of pressure in this manner is called incompressible cake. Then, the term in eq.(8) can be defined as the specific cake resistance α .

$$\alpha = \frac{\Delta P_c g_c A}{\mu u m_c} \quad (9)$$

or

$$\alpha = \frac{k_3 (S_p / V_p)^2 (1 - \varepsilon)}{\varepsilon^3 \rho_p} \quad (10)$$

For incompressible cake, α does not depend on the pressure drop and the position of cake.

3.6. Filter medium resistance

The filter medium resistance, R_m , the value from the experiment can be assumed as the constant after a short period of filtration and the relation can be written as follow:

$$\frac{P' - P_b}{R_m} = \frac{\Delta P_m}{R_m} = \frac{\mu u}{g_c} \quad (11)$$

The dimension of R_m is L^{-1} .

3.7. Total pressure resistance

All of pressure drop in the filtration system is shown in eq.(12).

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_m = \frac{\mu u}{g_c} \left(\frac{m_c \alpha}{A} + R_m \right) \quad (12)$$

The term α has more effects to ΔP_c than ΔP . In comparison to ΔP_c , ΔP_m is very small. α in eq.(12) is a function of ΔP . The parameter u and m_c from eq.(12) can be substituted with the function of filtrate volume V at time t of filtration.

m_c = total mass of solid cake

if, c = mass of the particle deposits on the filter medium per unit volume of filtrate

cV = mass of the solid cake at time t

$$m_c = cV \quad (13)$$

After substitutes u from eq.(5) and m_c from eq.(13) into eq.(12), the result is:

$$\frac{dt}{dV} = \frac{\mu}{Ag_c(\Delta P)} \left(\frac{\alpha cV}{A} + R_m \right) \quad (14)$$

The solid concentration of the slurry, c_s , is less than c because some of liquid is still in the pore of the wet cake. The true volume of filtrate is somewhat less than the volume of liquid in the slurry. By mass balancing, the true volume of liquid can be calculated. When m_F is the mass of wet cake and m_c is the mass of dry cake (done after cake washing). ρ is the density of filtrate and c_s is in the unit of cubic foot of liquid that fed to the filter. Then,

$$c = \frac{c_s}{1 - [(m_F/m_c) - 1]c_s/\rho} \quad (15)$$

3.8. Constant pressure filtration

When ΔP constant, the variable in eq.(12) is V and t .

If $t = 0$ then $V=0$, so $\Delta P = \Delta P_m$.

This results the following equation:

$$\frac{\mu R_m}{A \Delta P g_c} = \left(\frac{dt}{dV} \right)_0 = \frac{1}{q_0} \quad (16)$$

Eq.(16) after the rearrangement is

$$\frac{dt}{dV} = \frac{1}{q} = K_c V + \frac{1}{q_0} \quad (17)$$

where
$$K_c = \frac{\mu c \alpha}{A^2 \Delta P g_c} \quad (18)$$

Integrating of eq.(17) from (0,0) to (t,v) gives

$$\frac{t}{v} = \left(\frac{K_c}{2} \right) V + \frac{1}{q_0} \quad (19)$$

The plot of $\frac{t}{V}$ and V is linear with the slope of $\left(\frac{K_c}{2} \right)$ and the intercept of $\frac{1}{q_0}$. From this plot, the value of R_m and α can be calculated by using the relation in eq.(16) and eq.(18).

3.9. Empirical for cake resistance

From the experimental data of constant pressure filtration⁰ at various pressure drop, it is found that α is direct proportional to ΔP (α independent to ΔP) for incompressible cake (sludge). Most of sludge is the partial compressible cake, so α does not linear varies with ΔP but $(\Delta P)^s$. α_0 and s are the empirical constant. s is compressibility coefficient.

The general relation between ΔP and α is:

$$\alpha = \alpha_0 (\Delta P)^s \quad (20)$$

$s = 0$ for incompressible cake

$0 < s \leq 1$ for compressible cake (most of cake, s is between 0.2-0.8)

Eq.(20) cannot be used when the pressure is much different from the pressure range in the experiment to find α_0 and s .

3.10. Constant volume (rate) filtration

The general equation for this case is:

$$u = \frac{dV/dt}{A} = \frac{V}{At} \quad (21)$$

Substitution of m_c from eq.(13) and u from eq.(5) makes the new equation as:

$$\frac{\Delta P_c}{\alpha} = \frac{\mu c}{t g_c} \left(\frac{V}{A} \right)^2 \quad (22)$$

When α is the function of ΔP_c and ΔP_m is found, then, eq.(22) is useful to relate the total pressure drop with time for constant rate of filtrate. From the relation of α and ΔP_c as shown in eq.(9), substitution of α into eq.(22) and the term $(\Delta P - \Delta P_m)$ is replaced for $t\Delta P_c$, we get

$$\Delta P_c^{1-s} = \frac{\alpha_0 \mu c t}{g_c} \left(\frac{V}{At} \right)^2 = (\Delta P - \Delta P_m)^{1-s} \quad (23)$$

$$(\Delta P - \Delta P_m)^{1-s} = K_r t \quad (24)$$

$$K_r = \frac{\mu t^2 c \alpha_0}{g_c} \quad (25)$$

4. Material

Sample solid particle (prepared by the laboratory)

5. Apparatus

1) Filter press set (the stainless steel structure which equipped with the diaphragm pump, pressure guage, and hydraulic pressure set)

- | | |
|---|---|
| 2) Large plastic container with the volume scale inside | 2 |
| 3) water holder bucket | 1 |
| 4) Filter cloth | 6 |
| 5) Filter plate | 6 |
| 6) Plastic hose | 1 |
| 7) Thermometer | 1 |
| 8) Wood paddle | 1 |
| 9) Stop clock | 1 |
| 10) Long handle cleaning brush | 1 |

6. Experimental procedure

6.1. Slurry preparation

1) Disperse the solid with 70 L of water in the large plastic container by using the wood paddle.

2) Measure the temperature of water.

6.2. Filter press preparation

1) Cover the filter plate with the filter cloth by inserting one (of two) sheet through the hole at the middle of plate.

2) Hang the covered plate between the stainless steel bars.

3) Do steps 1 and 2 for the others.

4) Adjust them to close up to stainless steel wall which has the hole at the middle.

5) Hang the plate which no hole at the middle for the last one and cover it with the flat filter cloth.

6) Check the cloth for tidy, no overlapping of four sides.

7) Insert the gray elbow pipe to every side hole of the plate (same side for every plate).

8) Put the large container (which volume scale inside) under those pipes in order to collect the filtrate.

9) Insert the plastic hose to the inlet pipe of the diaphragm pump.

10) Close the red valve of the air stream to the pump.

11) Make the (brass) fine pressure adjusting knob of the air stream tighten.

12) Check for the large pressure gauge at the top of the apparatus if it is ready to be used. (the needle points at zero)

13) Connect the air stream hose from the diaphragm pump to the compressed air pipe.

14) Check for the hydraulic regulator if it is ready to be used. (the needle points at zero when the regulator is loosen and after tighten, the needle move with the increasing of the pressure, no leakage of hydraulic oil)

6.3. Equipment Checking

1) Fill about 20 L of water into the empty large container.

2) Press the hydraulic for not more than $200 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$.

3) Pump the water up by opening the red valve and release the (brass) fine pressure adjusting knob.

4) Release the hydraulic regulator to let the water inside the filter press free.

6.4. Filtrating step and cake discharging step

1) Close the air stream.

2) Press the hydraulic for not more than $200 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$.

3) Pump the slurry up with the low feed flow rate (also low pressure drop).

The higher the frequent of pump pulsation, the higher the flow rate

4) Record the filtering time for every 5 L of filtrate, and pressure drop.

5) At the end, fill no slurry while the pump is still running to make the cake contains less amount of water, then, stop pumping.

6) Release the hydraulic to discharge the cake.

7) Wash the filter cloth with filtrate.

8) Prepare the slurry from the total of cake and filtrate.

9) Reassembly the apparatus and repeat the experiment with the higher feed flow rate.

6.5. Final Step

1) When the experiment is finished, pump up the new water through the filter press to clean the pump and the feed line.

2) Close the main air valve.

3) Keep the cake in plastic bag, let only the clear filtrate in to the sewage draining system.

4) Wash the apparatus and filter cloth with water and let it dry.

5) Keep the area clean.

7. Data analysis and calculation

1) For every pressure drop, plot the relation between $\frac{t}{V}$ and V , and calculate R_m and α .

2) From the data of pressure drop and α , find the value of s from the slope of the logarithmic scale plot (by using $\alpha = \alpha_0(\Delta P)^s$)

8. Questions

1) What are the dimensions of the filter medium resistance and the cake resistance?

- 2) What is the dimension of the specific cake resistance?
- 3) What is the different between the fluid passes through packed bed and the fluid passes through hollow pipe?
- 4) What is the effect of increasing of each following parameter?
- 5) Filtering area
- 6) Temperature of slurry
- 7) Viscosity of liquid
- 8) Cake thickness
- 9) Filter medium pore size
- 10) Concentration of slurry
- 11) Surrounding pressure

9. References

- 1) Wikipedia. 2016. Filtration. [Online]. Available : <http://en.m.wikipedia.org/wiki/Filtration>
- 2) McCabe, W. L., Smith, J. C., and Harriott, P. 1993. **Unit Operations of Chemical Engineering**, 5thed. Singapore: McGraw- Hill.

EXPERIMENT 5

Size Reduction

1. Introduction

Size reduction is the way to cut or break solid particles into smaller pieces in order to be used properly in the industrial processes. Solid particle size can be reduced by many different ways such as compression, impact, attrition, cutting etc. In general, compression is used for coarse reduction; impact provides a wide range of particle sizes; attrition gives very fine particles from nonabrasive materials while cutting gives a definite particle size.

2. Objectives

In this experiment, a ball mill is chosen as a machine to reduce particle sizes of sugar by impact. The objectives of this experiment include the studies of:

- 1) size reduction of sugar using a ball mill using different sizes and numbers of the balls,
- 2) size classification using sieve trays,
- 3) particle size distribution by differential analysis and cumulative analysis, and
- 4) specific surface area and number of particles in the solid mixture.

3. Chemical and equipment

- 1) Chemical and equipment
- 2) Sugar
- 3) A ball mill
- 4) A set of standard screens
- 5) A testing sieve shaker
- 6) A balance
- 7) A measuring cylinder

4. Experimental procedure

4.1. Sugar density estimation

Weigh sugar with a specified volume and estimate the density of sugar.

4.2. Ball milling

- 1) Load 120 small-size balls into the ball mill.
- 2) Weigh 200 g of sugar and put into the ball mill.

3) Set the operating speed of the ball mill to be lower than the critical speed, n_c . The critical speed can be calculated by the following equation.

$$n_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R-r}} \quad (1)$$

where R = the radius of the mill

r = the radius of the ball

4) Run the ball mill for 10 minutes.

5) Change the balls to be 50 large-size balls and repeat steps 2-4.

4.3. Size classification

1) Arrange a set of standard screens with the smallest mesh at the bottom and the largest one at the top.

2) Put the un-milled sugar into the top tray.

3) Put the arranged set of the screens into a testing sieve shaker and shake it for 20 minutes.

4) Weigh and record the weight of sugar remained in each screen.

5) Put the milled sugar obtained from the Ball milling section and repeat steps 3 and 4.

5. Data analysis

The raw data obtained from the experiment can be analysed to illustrate the particle size distribution by two ways i.e. (a) differential analysis by the histogram plotted between the mass fraction in each size increment and the average particle size in the increment as shown in Figure 1 and (b) cumulative analysis by the plot between cumulative mass fraction smaller than stated size and particle size shown in Figure 2.

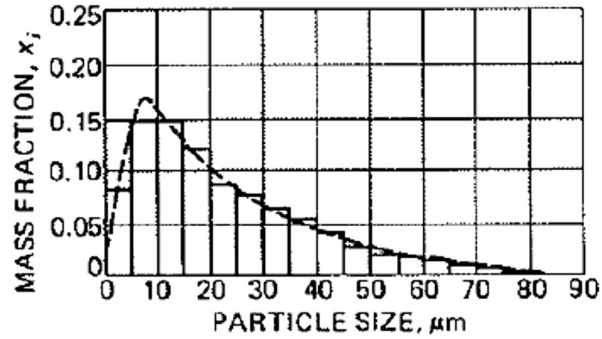


Figure 1 Differential analysis of particle size distribution for power.

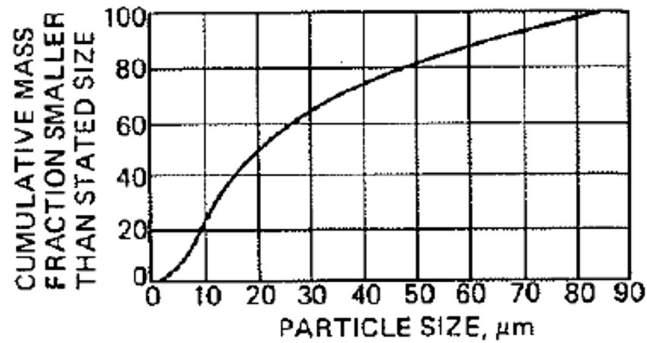


Figure 2 Cumulative analysis of particle size distribution for power.

5.1. Mixed particle size and size analysis

For uniform particles, the number of particles in sample (N) can be estimated by

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

where m = the total mass of the sample

ρ_p = the density of the particles

v_p = the volume of one particle

Since the sphericity of a nonspherical particle is defined by

$$\Phi_s = \frac{6/D_p}{s_p/v_p} \quad (3)$$

where D_p = nominal diameter of particle

s_p = surface area of one particle

By combining Eq.(2) to (3), the total surface area of the particles (A) can be determined by

$$A = N s_p = \frac{6m}{\Phi_s \rho_p D_p} \quad (4)$$

5.2. Specific surface of mixture

In this experiment, let $\Phi_s = 0.7$, the surface area of the particles in each fraction may be calculated by Eq.(4) and the total surface area of a unit mass of particles or so-called the specific surface (A_w) can be calculated by

$$A_w = \frac{6x_1}{\Phi_s \rho_p \bar{D}_{p1}} + \frac{6x_2}{\Phi_s \rho_p \bar{D}_{p2}} + \dots + \frac{6x_n}{\Phi_s \rho_p \bar{D}_{pn}} = \frac{6}{\Phi_s \rho_p} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\bar{D}_{pi}} \quad (5)$$

where x_i = mass fraction in a given increment

n = number of increments

\bar{D}_{pi} = average particle diameter, taken as arithmetic average of smallest and largest particle diameters in each increment

5.3. Average particle size

The average particle size for a mixture of particles is defined by several ways such as

1) Volume-surface mean diameter, \bar{D}_s

$$\bar{D}_s = \frac{6}{\Phi_s A_w \rho_p} \quad (6)$$

Substituting Eq.(5) into Eq.(6) gives

$$\bar{D}_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (x_i / \bar{D}_{pi})} \quad (7)$$

2) Arithmetic mean diameter, \bar{D}_N

$$\bar{D}_N = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \bar{D}_{pi})}{\sum_{i=1}^n N_i} = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \bar{D}_{pi})}{N_T} \quad (8)$$

where N_T = the number of particles in the entire sample

3) Mass mean diameter, \bar{D}_w

$$\bar{D}_w = \sum_{i=1}^n x_i \bar{D}_{pi} \quad (9)$$

4) Volume mean diameter, \bar{D}_V

$$\bar{D}_V = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n (x_i / \bar{D}_{pi}^3)} \right]^{1/3} \quad (10)$$

5.4. Number of particles in mixture

For a given particle shape, the volume of any particle is proportional to its diameter cubed as

$$v_p = aD_p^3 \quad (11)$$

where a = volume shape factor

In this experiment, let $a = 0.9$ and assume that a is independent of size. The total number of particles in one mass unit sample may be estimated by

$$N_w = \frac{1}{a\rho_p} \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\bar{D}_{pi}^3} = \frac{1}{a\rho_p \bar{D}_V^3} \quad (12)$$

6. Questions

1) What are the specific surface area, average particle sizes and number of particles in of the sample before and after being milled?

2) Illustrate the particle size distributions of the sample before and after being milled.

7. Reference

W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriott. 2005. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 7th Ed., Singapore: McGraw-Hill.

EXPERIMENT 6

Agitation and Mixing

1. Objectives

- 1) To study the motion of the fluid in the tank during agitation process.
- 2) To determine and compare the power consumption of mixing for baffled tanks.
- 3) To determine the mixing time for difference types of impellers.

2. Theory

In the chemical and other processing industries, many operations are dependent to a great extent on effective agitation and mixing of fluids. Generally, liquids are agitated in a cylindrical vessel which can be closed or open to the air. The height of liquid is approximately equal to the tank diameter. An impeller mounted on a shaft is driven by an electric motor. The way liquid move in an agitated vessel depends on many things: the type of impeller; the characteristics of the liquid, especially its viscosity; and the size and proportions of the tank, baffles, and impeller.

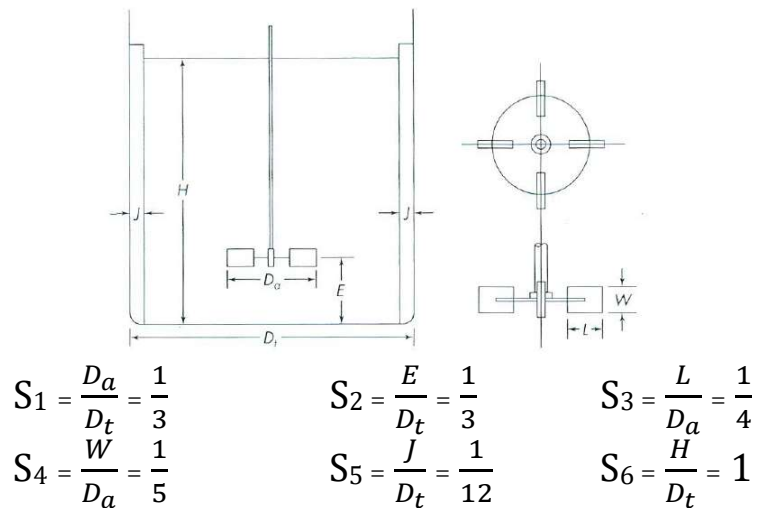


Fig.1 Measurements of turbine.

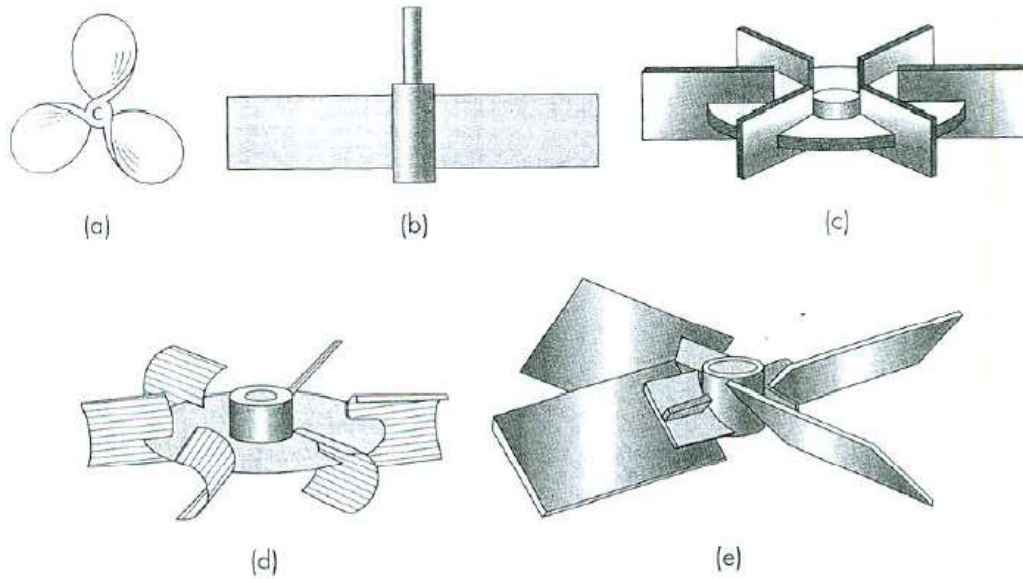


Fig. 2. Impellers for liquids of moderate viscosity:

- (a) three-blade marine propeller; (b) simple straight-blade turbine; (c) disk turbine;
 (d) concave-blade CD-6 impeller; (e) pitched-blade turbine.

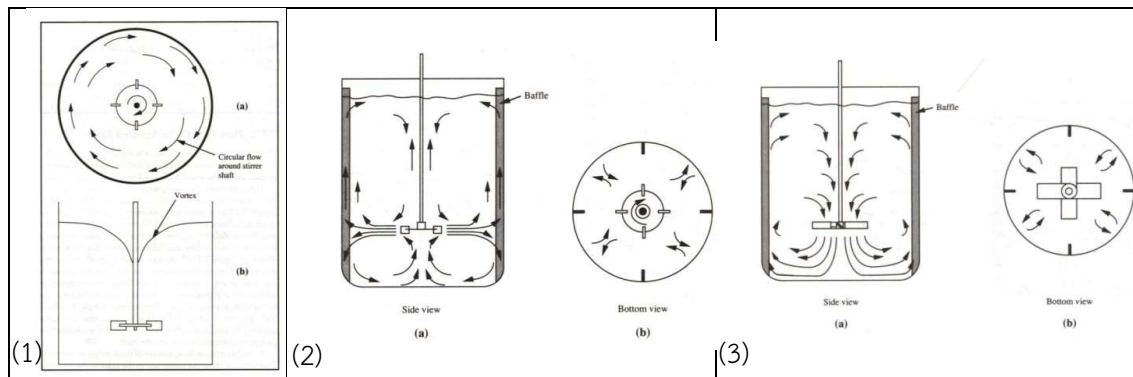


Fig.3. Flow Patterns Developed in Agitated Tanks

- (1) Circular flow in an unbaffled stirred tank
 (2) Flow pattern produced by a radial-flow impeller in a baffled tank
 (3) Flow pattern produced by an axial-flow impeller in a baffled tank

The important considerations in the design of an agitated vessel are the power consumption (P) to drive the impeller and mixing time (t_T) which are calculated by Power number (N_p) and Reynolds number (N_{Re}).

$$P = N_p n^3 D_a^5 \rho \quad (1)$$

Where

$$N_P = \frac{K_L}{N_{Re}} ; N_{Re} < 10$$

$$N_P = K_T ; N_{Re} > 10000$$

Table1 Values of constant K_L and K_T for baffled tanks having four baffles at tank wall, with width equal to 10 percent of tank diameter

Type of impeller	K_L	K_T
Propeller, three blades		
Pitch 1.0	41	0.32
Pitch 1.5	55	0.87
Turbine		
Six-blade disk ($S_3=0.25, S_4=0.2$)	65	5.75
Six pitched blade ($45^\circ, S_4=0.2$)	-	1.63
Four pitched blade ($45^\circ, S_4=0.2$)	44.5	1.27

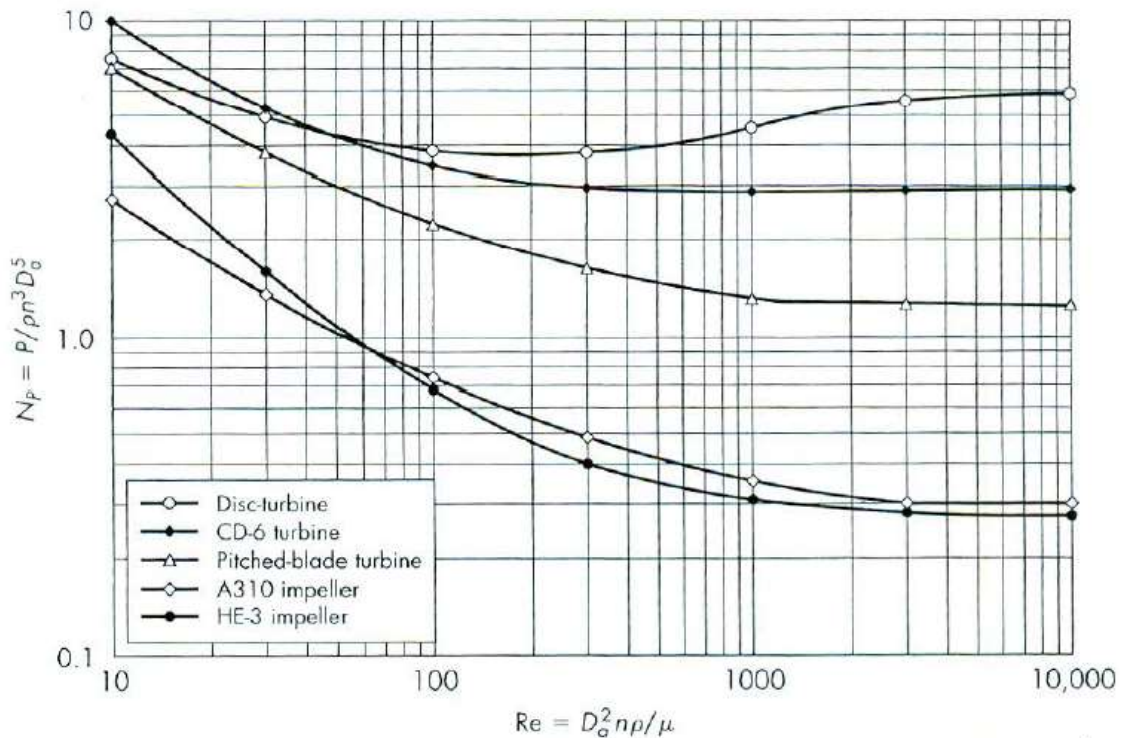


Fig.4. Power number N_p versus Reynold number Re for turbines and high-efficiency impellers with baffled tanks.

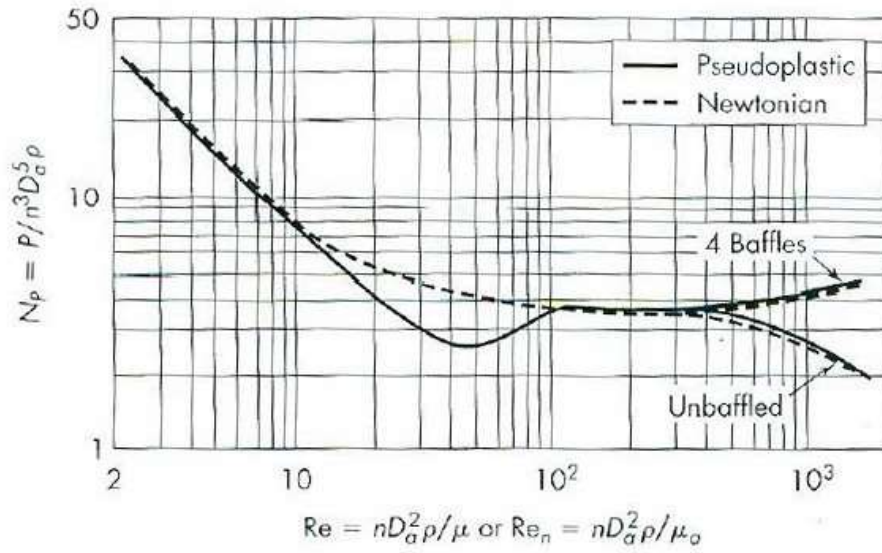


Fig.5. Power correlation for six-blade turbine in pseudoplastic liquids

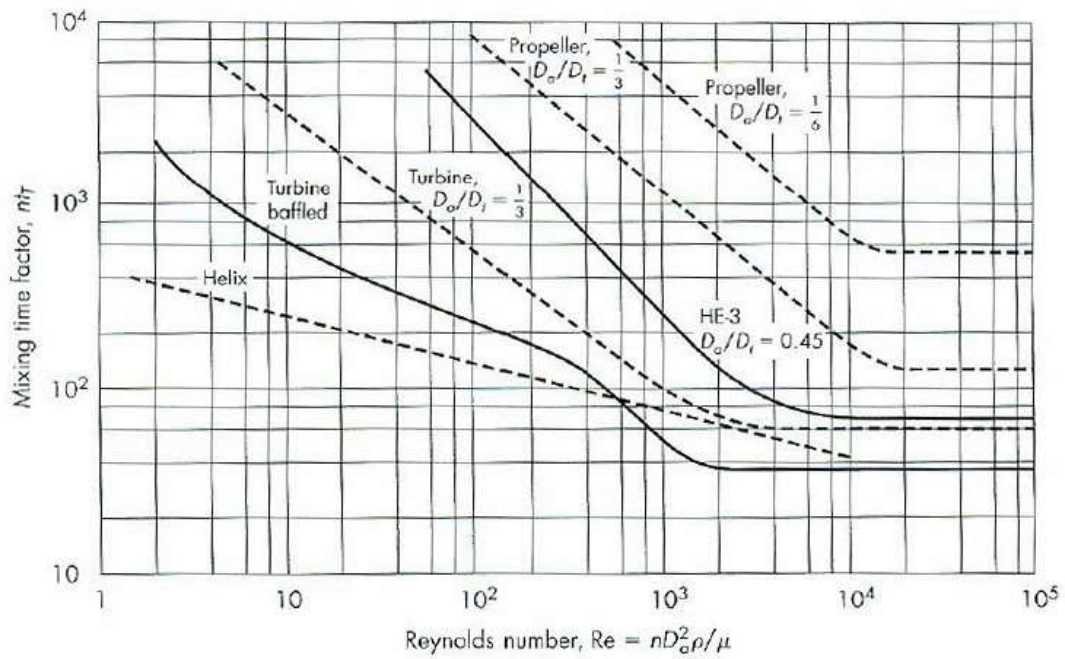


Fig.6. Mixing times in agitated vessels. Dashed lines are for unbaffled tanks; solid lines are for baffled tanks.

3. Experimental

3.1. Chemicals and equipment

- 1) Plastic cylindrical tank (ID = 14 cm) – 2 baffled tanks and 2 unbaffled tank
- 2) Impeller mounted on a shaft with an electric motor.
- 3) Sugar
- 4) Tap water
- 5) 0.2 % wt Cabopol solution
- 6) Balance
- 7) 1 ml syringe
- 8) Brix Refractometer

3.2. Procedure to determine the mixing time for difference types of impellers

- 1) Weigh sugar and add it into a cylindrical tank for preparing 10- 15%wt sugar solution.
- 2) Add water (or 0.2 % wt Cabopol solution) into cylindrical tank until the height of liquid is approximately equal to the tank diameter.
- 3) Turn on an electric motor to rotate impeller.
- 4) Take the solution to measure the concentration of sugar by using Brix Refractometer. Record the data until the concentration of sugar is constant.

4. Analysis of data

- 1) Plot graph between concentration of sugar and time.
- 2) Calculate mixing time from the obtained experimental data and compare it with the theoretically calculated one.
- 3) Compare mixing time of the case of using baffled and unbaffled tanks with Four pitched blade or Four-disc blade turbine.

5. Reference:

McCabe, W. L., Smith, J. C. and Harriot, P. 2001. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 6th ed.. Singapore: McGraw Hill,

EXPERIMENT 7

Fluid Flow in Pipe

1. Objectives

To study the fluid flow resistance (loss coefficient) due to fittings and valves

2. Theory

The fluid flow is commonly driven by mechanical devices, e.g. pump, compressor, etc. Generally, the fluid flow in various processes can be described by three conservation principles, including law of mass conservation, Newton's second law of motion, and law of energy conservation. In engineering applications, the mechanical energy balance is used to analyze the fluid flow systems. The mechanical energy, includes kinetic energy, potential energy, pressure energy, and work. For fluid flow problems, the mechanical energy can convert into thermal energy or internal energy because of flow resistance, e.g. wall, viscosity, etc. In mechanical energy balance, the energy loss or friction loss ($\sum e_f$) is the total loss in fluid flow system due to flow resistance. The mechanical energy balance for steady state incompressible fluid flow can be written as

$$\frac{1}{2} \alpha (V_2^2 - V_1^2) + g (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum e_f + w = 0 \quad (1)$$

V is fluid velocity.

g is gravitational acceleration.

z is height of fluid.

P is pressure of fluid.

ρ is fluid density.

$\sum e_f$ is total energy loss in fluid flow system.

w is work.

α is kinetic energy correction (for turbulent flow, $\alpha = 1$)

In fluid flow systems, the mechanical energy loss is due to the friction between fluid and pipe wall, which is called major loss. Further, the rapid change in cross-sectional flow area, fluid flow through valves and fittings can be considered as another source of mechanical energy loss. The second mechanical energy loss is called minor loss. The minor loss is generally computed by using the correlation in Equation (2).

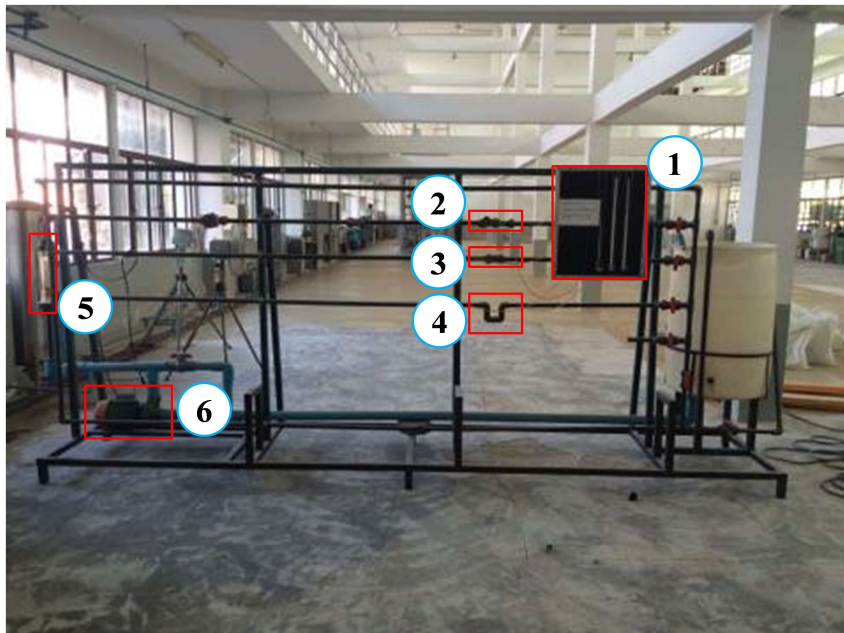
$$e_f = K_f \frac{V_1^2}{2} \quad (2)$$

K_f is loss coefficient.

V_1 is fluid flow velocity through the valve.

3. Experimental apparatus

The fluid flow system of this experiment is shown in Fig. 1.



(a) Fluid flow system apparatus



(b) Enlargement of fittings and valves

Fig. 1 Fluid flow system - 1: u-tube manometer; 2: strainer valve; 3: check valve;
4: 90 degree elbow; 5: rotameter; 6: pump

4. Experimental procedure

Students should be designed the experiment to investigate the loss coefficient of strainer valve, check valve, and 90 degree elbow for three different volumetric flow rate. Calculate the loss coefficient for three different devices and compare the calculated values with the loss coefficient reported in reference textbook. According to experimental apparatus, in general, the loss coefficient can be investigated by the following steps.

- 1) Check the experimental apparatus as instructor suggestions
- 2) Turn on the pump
- 3) Measure the volumetric flow rate of water flow by using 1,000 ml cylinder and stopwatch
- 4) Open the valve T1 for strainer valve or valve T2 for check valve or valve T3 for four 90 degree elbows and close valve S1 as shown in Fig. 2.
- 5) Measure the height of mercury in u-tube manometer and report the measuring data
- 6) Calculate the loss coefficient by using Equations (1) and (2) (Given: $\rho_{\text{water}} = 1,000 \text{ kg/m}^3$ and $\rho_{\text{Hg}} = 13,560 \text{ kg/m}^3$)



Fig. 2 Details of valves for experimental procedure

5. References

- 1) R. Darby. 2001. **Chemical Engineering Fluid Mechanics**, 2nd ed. New York: Marcel Dekker,
- 2) J.O. Wilkes. 2006. **Fluid Mechanics for Chemical Engineers with Microfluidics and CFD**, 2nd ed. New York: Prentice Hall

3) N. de Nevers.2008. **Fluid Mechanics for Chemical Engineers**, 3th ed. Singapore: McGraw-Hill.

EXPERIMENT 8

Centrifugal Pump Performance

1. Objectives

- 1) To understand the operational characteristics of the centrifugal pumps
- 2) To quantify experimental results and construct characteristic curves of the centrifugal pump

2. Theory

1.1 General Theory

One of the most important problems of the engineer is the efficient means and the effective controls for the transfer of fluid (liquid or vapor) from one point to another. This transfer or the flow of fluid may be opposed by gravitational force, by some external force, or by friction. Under certain conditions the gravitational force and other forces may act to aid the transfer, but friction always exists as a force opposing motion of the fluid. The engineer attempts to reduce the effect of friction and at the same time take advantage of useful forces to produce the fluid flow under the conditions that can be effectively controlled.

A pump is a mechanical device for transferring water or other liquid from one place to another, usually against external pressure by the shaft work input of a prime mover such as electric motor, internal combustion engine or steam turbine. Generally, water pumps may be classified into two main types as follows: the dynamic or kinetic type; and the positive displacement or static type.

1) Dynamic or kinetic type pump

In this type of pump, there is a dynamic or kinetic action between some mechanical element and a fluid. There is a velocity change and a corresponding force act. In the dynamic type pump, there is a conversion of static pressure to kinetic energy. Notable examples of the dynamic type are the centrifugal pump, turbine pump, and the axial-flow pump.

2) Positive--displacement or static type pump

In this type of pump, the characteristic action is volumetric change or a displacement of fluid. Static pressure is developed by a displacement action rather than by a velocity or kinetic energy change. Notable pumps under this type are reciprocating or piston pump, the gear pump, and the rotary pump.

1.2 Centrifugal pump

Centrifugal pump, the rotation of pump impeller forces the liquid to move along the direction of rotation. At the same time, centrifugal force moves the liquid radially outward. All this inter-action occurs within the pump volute housing (see Fig.1) creating the Total Dynamic Head, HTD. The direction of pump discharge flow is at 90-degree angle to the pump suction flow.

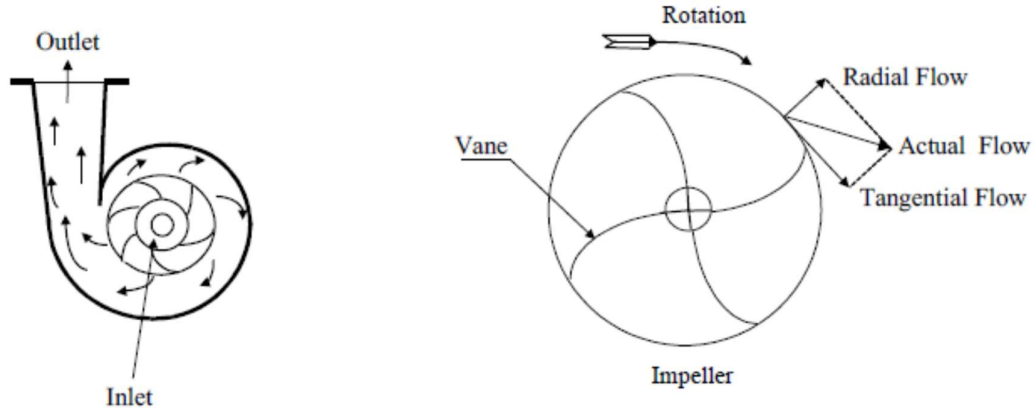


Figure 1 Centrifugal pump flow diagram

In theory, basic principles known as the Centrifugal Pump Laws are as follows:

- 1) Flow rate is directly proportional to the impeller speed and to the third power of the impeller diameter.
- 2) Total head is directly proportional to the square of the impeller speed and to the square of the impeller diameter.
- 3) Power is directly proportional to the third power of the impeller speed and to the fifth power of the impeller diameter.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1 D_1^3}{n_2 D_2^3}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2 D_1^2}{n_2^2 D_2^2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1^3 D_1^5}{n_2^3 D_2^5}$$

Where D = Impeller diameter, m

Q = Flow rate, m³/s

p = Shaft brake horsepower, W

n = Impeller speed, rpm

H = Total dynamic head, m

Subscript 1 and 2 is referred to Pump No. 1 and Pump No. 2 respectively

The typical centrifugal pump performance curves at constant impeller- rotation speed is shown in figure 2.

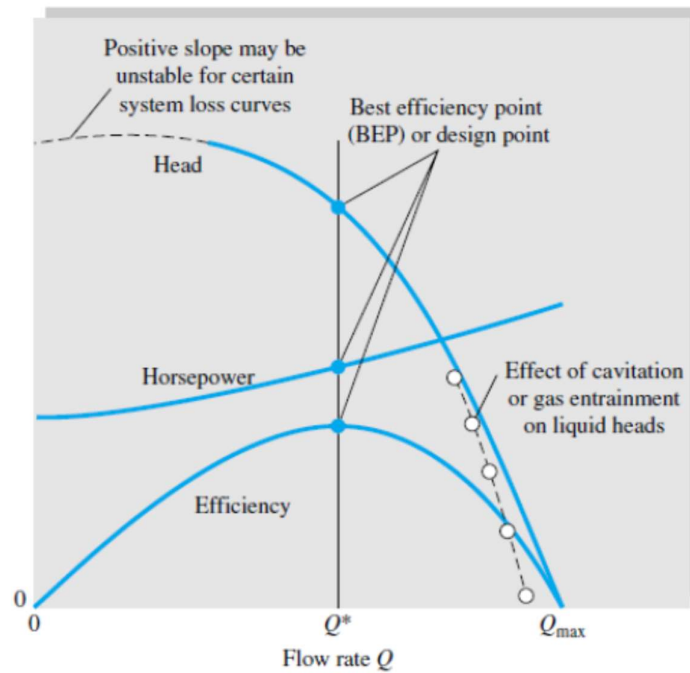


Figure 2 Typical centrifugal pump performance curves at constant impeller- rotation speed

2. Apparatus

The Essom HP113 Compact Centrifugal Pump Test Set is shown in Figure 3.

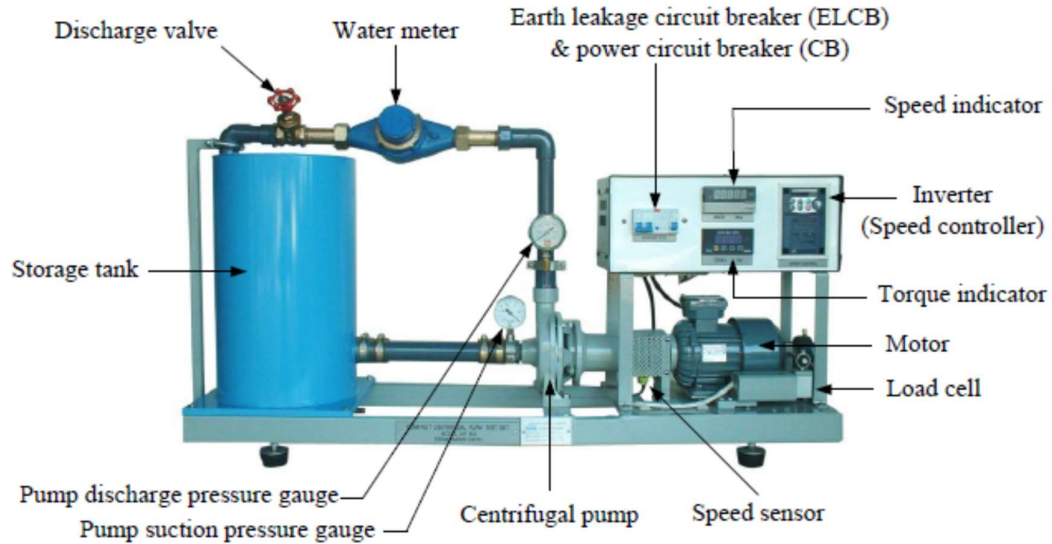


Figure 3 Essom HP113 Compact Centrifugal Pump Test Set.

The unit consists of a storage tank and a centrifugal pump with a motor dynamometer on a steel base for measurement of true pump input power, and measuring instruments. Speed control is by an inverter.

2.1 Technical Data

Pump ratings at 2900 rpm , Maximum flow rate: 80 lpm, Maximum head: 18 m water

Motor dynamotor: 0.55 kw

Measuring instruments: Digital display for speed and torque

Flow rate: Water meter and a stop watch

Pressure: Pressure gauges at pump suction and discharge.

Power supplied: 220V 1Ph 50Hz.

3. Experiment

The unit consists of a pump with a motor, and measuring instruments. The piping arrangement is as shown in Fig. 4.

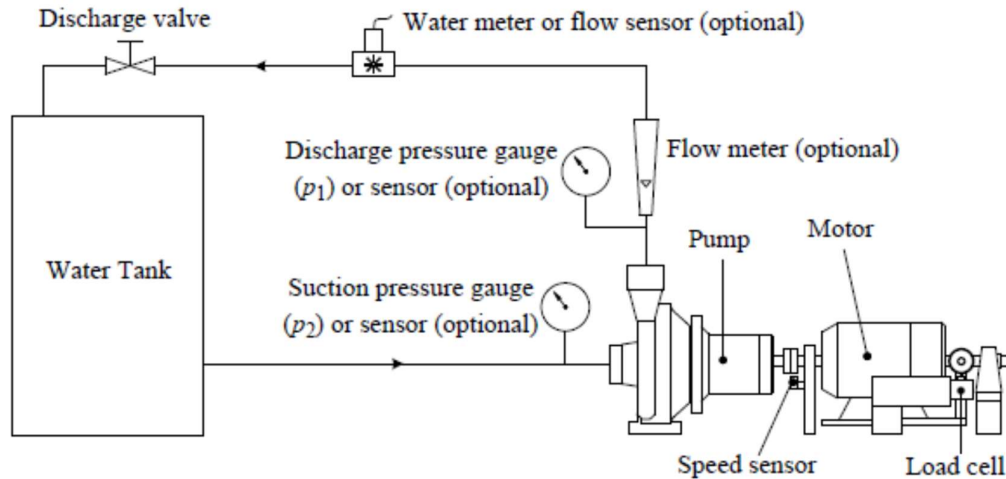


Figure 4 diagram and piping arrangement of centrifugal pump test set.

3.1 Equipment setup

- 1) Close discharge valves.
- 2) Fill water into the storage tank, up to a nearly full level (approx. 5-10 cm from the top).
- 3) Switch on ELCB&CB on the control box.
- 4) Turn the inverter power switch to “ON” position and adjust the inverter knob to set the pump speed to 0” rpm.
- 5) Then press “RUN” button at the inverter. All digital measuring instruments, suction pressure, discharge pressure, flow rate (optional), pump speed and torque should read “0”. If not, please check and consult in details with the literatures of the concerned Addendum.

4.2 Experimental Procedure

- 1) Fully open discharge valve.
- 2) Slowly adjust the inverter control button to set the pump at desired speed such as 2900 rpm.
- 3) Slightly close pressure control valve V2 to obtain an output pressure of 0.6 kg/cm².
- 4) Record the following data

a) Pump speed, n	rpm
b) Suction pressure, p ₁	g/cm ²
c) Discharge pressure, p ₂ ,	g/cm ²
d) Flow volume, V	L

- e) Time period, t s
- f) Flow rate, Q L/min
- g) Torque, T N.m

5) Slightly close the discharge valve to increase the outlet pressure with an increment of 0.2 kg/cm² and repeat 4)

6) Repeat 5) until pressure control valve is fully closed.

7) Repeat 2) by varies 3-4 speed

4.3 After Completion of the Test

1) Turn off turbine pump, and also ELCB&CB and the inverter power button on the control box.

2) In case of the test unit will be not in use for a long period of time, the water should be drained out completely from the pump and the storage tank

5. Analysis

1) Calculate pump output power, and pump efficiency

2) Plot: Pump Total head vs flow rate, Pump output vs flow rate, Pump efficiency vs flow rate

6. Reference

Essom. 2016. **Instruction manual for hp113 compact centrifugal pump test set.**
Bangkok: Essom.

EXPERIMENT 9

Heat Exchanger

1. Objectives

- 1) To understand and apply knowledge in heat transfers and heat exchanger for experimental design.
- 2) To perform an experiment and analyze parameters that affect performance of heat exchanger.

2. Apparatus

Schematic diagram of heat exchanger apparatus is shown in figure 1.

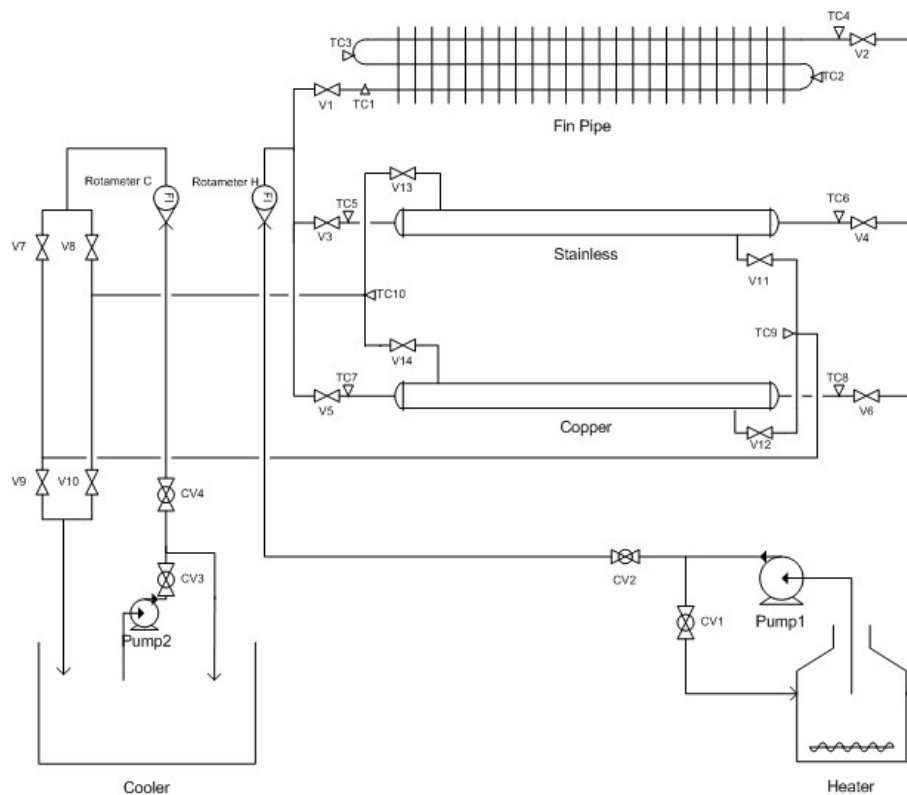


Figure 1 Schematic diagram of Heat Exchanger Apparatus

The apparatus consists of two type of heat exchangers, i.e., finned tube heat exchanger and double pipe heat exchanger as shown in Figure 2. The finned tube heat exchanger (#1 in figure 2) consists of 3 sections of 1 meter of $\frac{1}{2}$ inch stainless circular fins tube (OD = 21.34 mm, ID = 19.04 mm for tube). There are 2 of 1 meter long double pipe heat exchangers (#2

and #3 in figure 2), i.e., The SS/PVC double pipe (1/2 inch Stainless Steel pipe (OD = 21.34 mm, ID = 19.04 mm) and 1 inch PVC (OD = 34 mm, ID = 30 mm) and The Copper/PVC double pipe (1/2 inch Copper pipe, OD = 15.875mm, ID = 13.395mm) and 1 inch PVC (OD = 34 mm, ID = 30 mm).

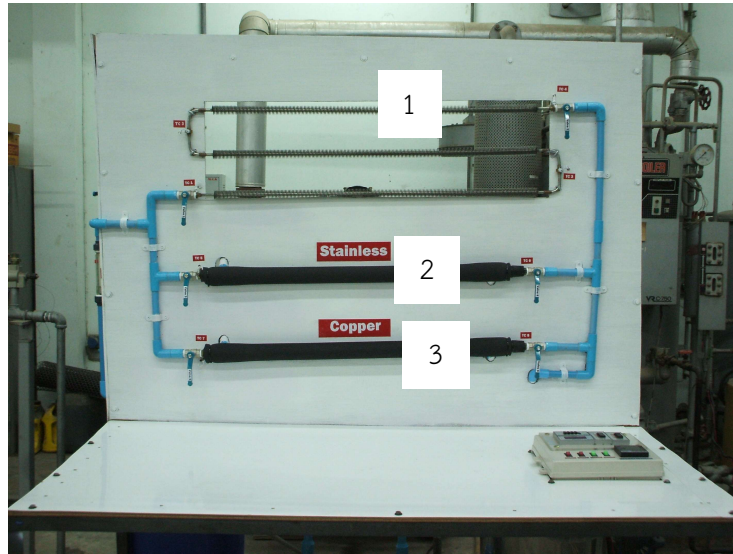


Figure 2 Front view of Heat Exchanger Apparatus.

There are rotameters and gate valves to measure and control flow as shown in figure 3. At the back of the apparatus, there are pumps, hot and cold water tank, gate valve, and globe valve as shown in figure 4.



Figure 3 Side view of Heat Exchanger .Apparatus



Figure 4 Back view of Heat Exchanger

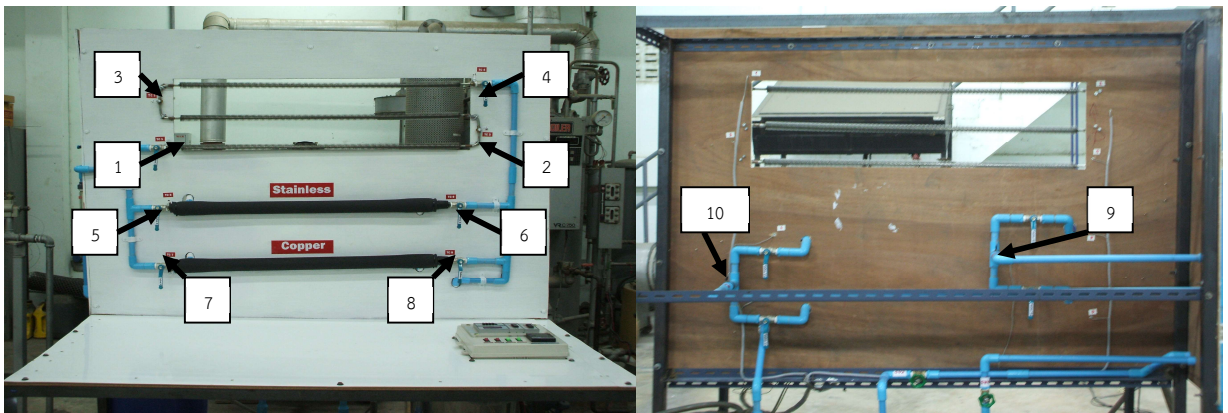


Figure 5 location of thermocouples

There are 10 thermocouples that installed to monitor temperature. Location of each thermocouple and description of measuring temperature are shown in figure 5.

The code of thermocouple and detailed of measuring temperature are shown in Table 1.

Table 1 code of Thermocouples and detailed of measuring temperature.

Code	Detailed of measuring temperature.
TC1	Inlet temperature of hot water of finned tube heat exchanger.
TC2	Hot water temperature at 1 m of finned tube heat exchanger.

TC3	Hot water temperature at 2 m of finned tube heat exchanger.
TC4	Outlet temperature of hot water of finned tube heat exchanger.
TC5	Inlet temperature of hot water of SS/PVC double pipe heat exchanger.
TC6	Outlet temperature of hot water of SS/PVC double pipe heat exchanger.
TC7	Inlet temperature of hot water of Copper/PVC double pipe heat exchanger.
TC8	Outlet temperature of hot water of Copper/PVC double pipe heat exchanger.
TC9	Outlet temperature of cold water for co-current flow /or Inlet temperature of cold water for counter flow.
TC10	Inlet temperature of cold water for co-current flow /or Outlet temperature of cold water for counter flow.

3. Procedure

Before starting the experiment make sure that all valves are in closed position.

3.1. Preparing of hot and cold water.

- 1) Fill water in hot and cold water tank to required level
- 2) Turn on “**HEATER**” Switch at Control Panel.
- 3) Set target hot water temperature(SV) at **HOT WATER CONTROLLER**.
- 4) Rotate handwheel of Gate Valve 1(CV₁) to fully open and Gate Valve 2 (CV₂) to fully closed.
- 5) Turn on hot water pump, “**Pump 1**” in Control Panel.
- 6) Monitor and read hot water temperature from PV value in **CONTROLLER** until its reach target temperature.

3.2. Finned Tube Heat Exchanger experiment

- 1) Rotate handwheel of Gate Valve 1 and 2 (CV₁, CV₂) to adjust flow rate of hot water to desire flow rate.
- 2) Move handle of ball valve 1,2 (V₁, V₂) to open position to let hot water flow through finned tube heat exchanger.
- 3) Record temperature at inlet, 1 m, 2 m, and outlet of heat exchanger at desired time interval until steady temperature.

3.3. Double Pipe Heat Exchanger experiment

Co-current and SS/PVC double pipe heat exchanger experiment

1) For cold water side, rotate handwheel of Gate Valve 3 and 4 (CV_3, CV_4) to partially open, rotate handle of ball valve 8 and 9 (V_8, V_9) to open position as shown in Figure 6 to regulate cold water flow direction to co-current.

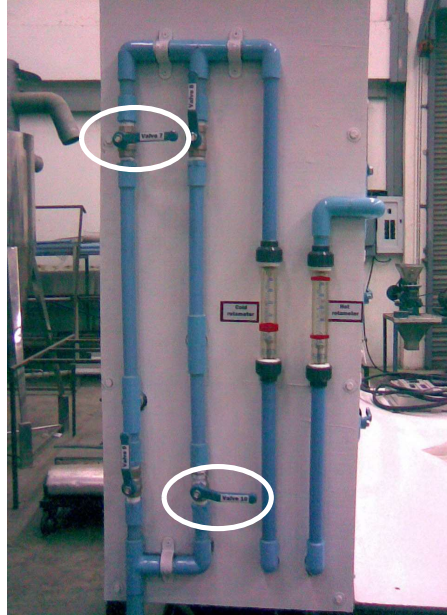


Figure 6 position of valve for co-current experiment.

2) Rotate handle of ball valve 3 and 4 (V_3, V_4) to open position to regulate hot water to flow to SS/PVC double pipe heat exchanger, and rotate handle of ball valve 11 and 13 (V_{11}, V_{13}) to open position to regulate cold water to flow to go through outer ring of a SS/PVC double pipe heat exchanger as shown in Figure 7.



Figure 7 valve position for co-current, SS/PVC experiment.

3) Rotate handle of plastic ball valve which located near the outlet of hot water line and above hot water tank to open position.

4) Turn on cold water pump, “Pump 2” in Control Panel

5) Rotate handwheel of Gate Valve 1 and 2 (CV1, CV2) to adjust flow rate of hot water to desire flow rate.

6) Rotate handwheel of Gate Valve 3 and 4 (CV3, CV4) to adjust flow rate of cold water to desire flow rate.

7) Record $T_{h,in}$, $T_{h,out}$, $T_{c,in}$ and $T_{c,out}$ (TC5, TC6, TC10, TC9) at desired time interval until steady values are reached.

Co-current and Copper/PVC double pipe heat exchanger experiment

1) For cold water, do the same as step 1) – 2) of Co-current and SS/PVC apparatus.

2) Rotate handle of ball valve 5 and 6 (V5, V6) to open position to regulate hot water to flow to Copper/PVC double pipe heat exchanger, and rotate handle of ball valve 12

and 14 (V12, V14) to open position to regulate cold water to flow to go through outer ring of a Copper/PVC double pipe heat exchanger as shown in Figure 8.

3) Do the same as step 4) – 7) of Co-current and SS/PVC apparatus.

4) Record $T_{h,in}$ $T_{h,out}$ $T_{c,in}$ and $T_{c,out}$ (TC7 ,TC8, TC10 ,TC9) at desired time interval until steady values are reached.

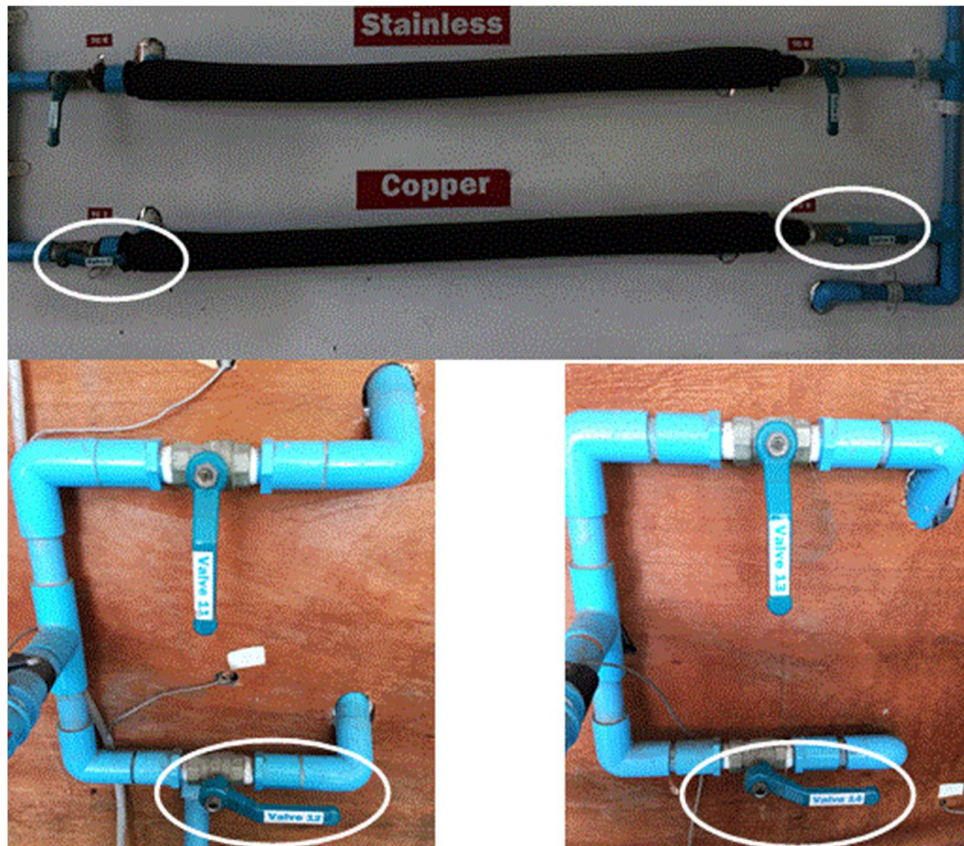


Figure 8 valve position for co-current, Copper/PVC experiment.

Countercurrent and SS/PVC double pipe heat exchanger experiment

1) Rotate handwheel of Gate Valve 3 and 4 (CV3, CV4) to partially open.

2) Rotate handle of ball valve 7 and 10 (V7, V10) to open position as shown in

Figure 9.

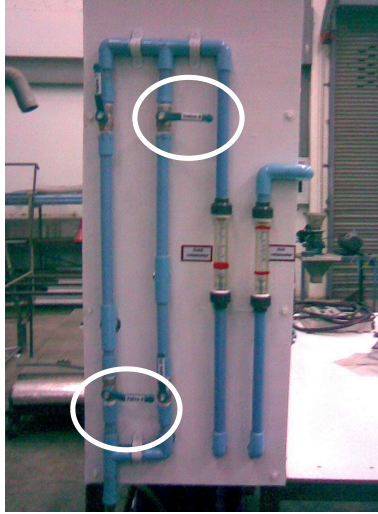


Figure 9 valve position for counter current flow.

3) Do the same as step 4) – 7) of Co-current and SS/PVC apparatus.

4) Record $T_{h,in}$, $T_{h,out}$, $T_{c,in}$ and $T_{c,out}$ (TC5 ,TC6, TC9 ,TC10) at desired time interval until steady values are reached.

Countercurrent and Copper/PVC double pipe heat exchanger experiment

1) Do the same as step 1) – 2) of Countercurrent and SS/PVC apparatus.

2) Do the same as step 2) – 3) of Co-current and Copper/PVC apparatus.

3) Record $T_{h,in}$, $T_{h,out}$, $T_{c,in}$ and $T_{c,out}$ (TC7 ,TC8, TC9 ,TC10) at desired time interval until steady values are reached.

4. Experimental Design

Student shall read principles and theories that related to heat transfers and heat exchangers to identify parameters that will affect the performance/efficiency of each heat exchanger and design an experiment to analyze parameters that affect performance of each heat exchanger. Show and present your work plan including list of primary variables, control variables, range of primary variables, number of experiments, sampling time interval, and data collection table.

5. Data Analysis and discussions

1) Analyze experimental data and evaluate parameters that affect performance of each heat exchanger

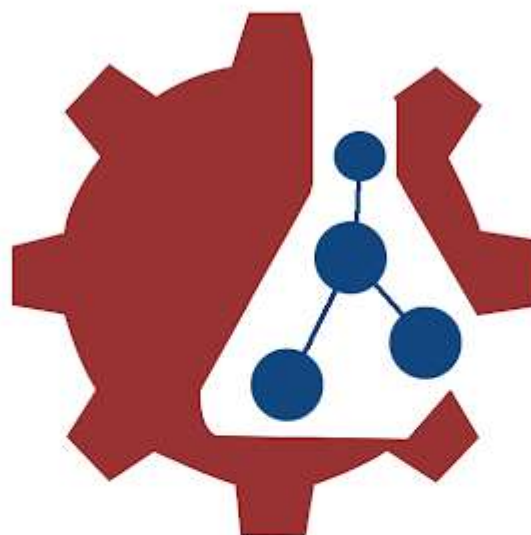
2) Estimate actual overall heat transfer coefficient and compare with theoretical heat transfer.

3) Calculate pressure drop in a system and evaluate performance of each pump.

LABORATORY MANUAL

CHEMICAL ENGINEERING LABORATORY 2

(International Program)



CHEMICAL ENGINEERING

Department of Chemical Engineering

School of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2020

Table of Contents

EXPERIMENT 1 Heat Exchanger	3
EXPERIMENT 2 Cooling Tower	14
EXPERIMENT 3 Adsorption	24
EXPERIMENT 4 Membrane.....	35
EXPERIMENT 5 Gas Absorption.....	42
EXPERIMENT 6 Distillation	55
EXPERIMENT 7 Leaching.....	63
EXPERIMENT 8 Drying	69
EXPERIMENT 9 Spray Dryer	77
EXPERIMENT 10 Packed Bed Reactor.....	87
EXPERIMENT 11 Level Control.....	89

EXPERIMENT 1

Heat Exchanger

Dr. Narisara Thongboonchoo

1. Objectives

1) To understand and apply knowledge in heat transfers and heat exchanger for experimental design.

2) To perform an experiment and analyze parameters that affect performance of heat exchanger.

2. Apparatus

Picture of heat exchanger apparatus is shown in figure 1.



Figure 1 Heat Exchanger Apparatus

3. Detailed information of an apparatus

The apparatus consists of two type of heat exchangers. The top part of the panel, there are 2 double pipe heat exchangers(DPHE), i.e., the ½-inch copper tube/1-inch stainless

steel tube(Cu/SS) DPHE and the ½-inch stainless steel tube tube/1-inch stainless steel tube(SS/SS) DPHE. The bottom part of the panel is a brazed plate heat exchanger (BPHE) which made by stainless steel chevron plates, brazed with cooper or nickel to seal plates together. In addition, there are a hot water tank with heater, cold water tank, pumps, valves, temperature sensors, temperature displays, temperature controllers, flow meters, and variable speed drive controller in this apparatus. The process flow diagram of this apparatus is shown in Figure 2.

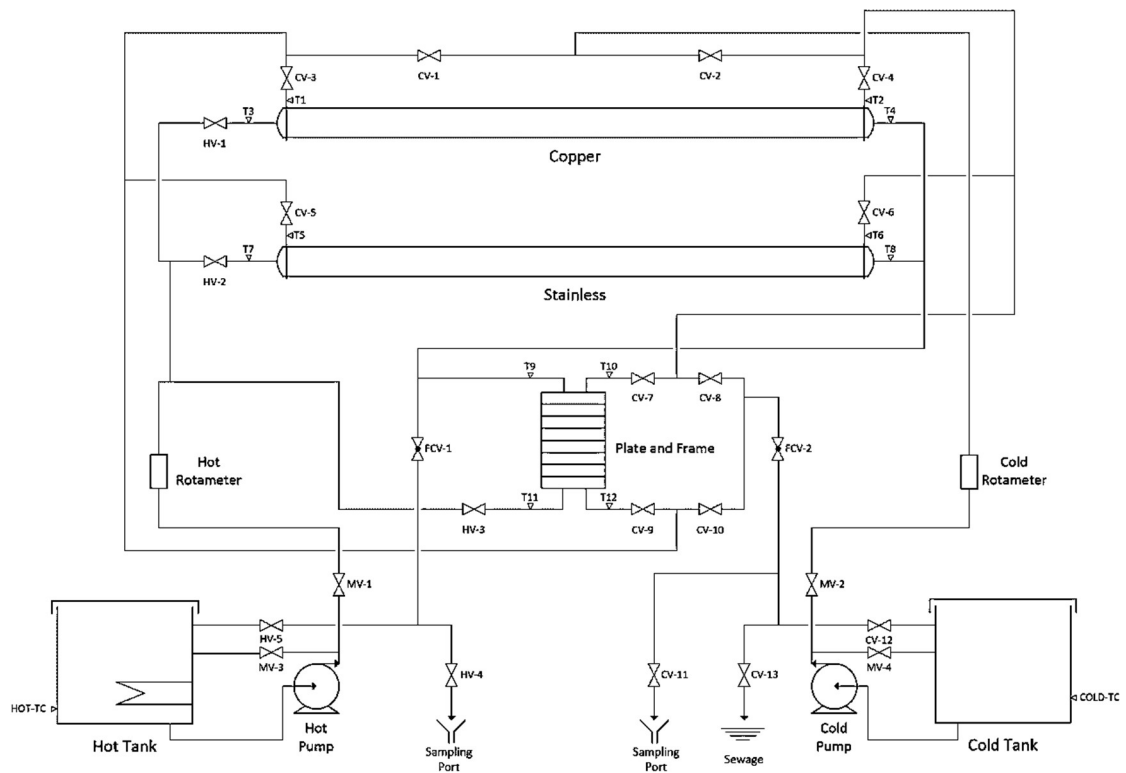


Figure 2 Process Flow Diagram of heat exchanger apparatus.

The brief detail information of valves that shown in Figure 2 are listed in Table 1.

Table 1 The brief detail information of valves

Valve code	Function
MV-1	open/close flow of hot water from pump to heat exchanger
MV-2	Open/close flow of cold water from pump to heat exchanger
MV-3	open/close flow of hot water from pump to hot water tank
MV-4	open/close flow of cold water from pump to cold water tank
HV-1	open/close flow of hot water to Cu/SS Double pipe heat exchanger
HV-2	open/close flow of hot water to SS/SS Double pipe heat exchanger
HV-3	open/close flow of hot water to plate heat exchanger
HV-4	open/close flow of hot water for sampling port
HV-5	open/close flow of hot water from heat exchanger to hot water tank
CV-1	open/close main line of cold water for co-current experiment
CV-2	open/close main line of cold water for counter current experiment
CV-3	open/close flow of cold-water inlet to Cu/SS Double pipe heat exchanger for co-current experiment or open/close flow of cold-water outlet to Cu/SS Double pipe heat exchanger for countercurrent experiment
CV-4	open/close flow of cold-water outlet to Cu/SS Double pipe heat exchanger for co-current experiment or open/close flow of cold-water inlet to Cu/SS Double pipe heat exchanger for countercurrent experiment

Valve code	Function
CV-5	open/close flow of cold-water inlet to SS/SS Double pipe heat exchanger for co-current experiment or open/close flow of cold-water outlet to SS/SS Double pipe heat exchanger for countercurrent experiment
CV-6	open/close flow of cold-water outlet to SS/SS Double pipe heat exchanger for co-current experiment or open/close flow of cold-water inlet to SS/SS Double pipe heat exchanger for countercurrent experiment
CV-7	open/close flow of cold-water inlet to plate heat exchanger for counter current experiment or open/close flow of cold-water outlet to plate heat exchanger for co-current experiment
CV-8	Regulate flow of cold-water to flow into plate heat exchanger for counter current experiment
CV-9	open/close flow of cold-water outlet to plate heat exchanger for counter current experiment or open/close flow of cold-water inlet to plate heat exchanger for co-current
CV-10	Regulate flow of cold-water to flow into plate heat exchanger for counter current experiment
CV-11	open/close flow of cold water for sampling port
CV-12	open/close flow of cold water from heat exchanger to cold water tank
CV-13	open/close flow of cold water for drainage system

Valve code	Function
FCV-1	Adjust flow rate of hot water
FCV-2	Adjust flow rate of cold water

4. Experimental Procedure

Before starting the experiment make sure that all valves are in closed position.

4.1 Preparation procedure

4.1.1 Check water level in hot and cold water tank (Figure 3). Fill in a water until reach the float.





Figure 3 hot water tank (Left) and cold water tank (right).

4.1.2 Plug power outlet into 3-phase electric outlet.

4.1.3 Turn on the power switch and set temperature of hot water according to procedure in Table 2.

Table 2 Procedure to set hot water temperature.

procedure	photo
<p>1. Turn on the main switch. The display will show as photo on the right side.</p>	
<p>2. Set hot water temperature by press up or down arrow button in a temperature controller to set a desire temperature. The set temperature is shown in SV (Set Variable) display. Press ENT button and turn on a heater.</p>	


4.1.4 When temperature in PV (Process Variable) display is steady at desire temperature.

1) Open valve MV-1 HV-1 HV-2 HV-3 HV-5 and FCV-1 to let a hot water stream to fill in a pipe or plate of all heat exchangers.

2) Open valve MV-2, CV-1, CV-3-CV-9, CV-13 and FCV-2 to let a cold water stream to fill in a pipe or plate of all heat exchangers.

3) Turn on hot and cold water pumps and adjust speed of motor in variable speed drive as procedure in table 3.

Table 3 Procedure to adjust speed of pump motor.

procedure	photo
<p>1. Set speed of motor by press up or down arrow button in a variable speed drive of hot and cold water pump to adjust water flow rate. Press SET button and turn on a pump.</p>	

4) Adjust flow rate of hot and cold water by using control valves; FCV-1 and FCV, respective together with needle valve of hot and cold rotameter. Measure hot and cold water flow rate with measuring cylinder and stopwatch through a sampling port. For hot water, close valve HV-5 and open valve HV-4 to take water sample. For cold water, open valve CV-13 and close valve CV-11 to take water sample.

5) After the flow rate measurement are done, close valve HV-4 and CV-13 and open valve HV-5 and CV-11.

4.2 Experimental procedure

4.2.1 Set flow direction of cold water.

- 1) For co current experiment, open CV-1 and CV-8.
- 2) For countercurrent experiment, open CV-2 and CV-10.

4.2.2 Open valves to perform an experiment.

- 1) Cu/SS Double pipe Heat Exchanger, open valves HV-1, CV-3 and CV-4.
- 2) SS/SS Double pipe Heat Exchanger, open valve HV-2, CV-5 and CV-6.
- 3) Plate Heat Exchanger, open valve HV-3, CV-7 and CV-9.

Detailed information for open/close status of each hot water valve and cold water for all possible experiments of three HEs is shown in Table 3.

Table 4 Open/close status of each hot water valve and cold water for all possible experiments of three HEs.

Valve code	Open/close status of valves					
	Cu/SS Double pipe HE		SS/SS Double pipe HE		Plate heat exchanger	
	Co current	Counter current	Co current	Counter current	Co current	Counter current
HV-1	✓	✓	✗	✗	✗	✗
HV-2	✗	✗	✓	✓	✗	✗
HV-3	✗	✗	✗	✗	✓	✓
HV-4	✗	✗	✗	✗	✗	✗
HV-5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CV-1	✓	✗	✓	✗	✓	✗
CV-2	✗	✓	✗	✓	✗	✓
CV-3	✓	✓	✗	✗	✗	✗
CV-4	✓	✓	✗	✗	✗	✗
CV-5	✗	✗	✓	✓	✗	✗
CV-6	✗	✗	✓	✓	✗	✗
CV-7	✗	✗	✗	✗	✓	✓
CV-8	✓	✗	✓	✗	✓	✗
CV-9	✗	✗	✗	✗	✓	✓
CV-10	✗	✓	✗	✓	✗	✓
CV-11	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CV-12	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CV-13	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.3 Experimental data collection

Record inlet and outlet temperature of cold and hot water of each experiment from panel of temperature display as shown in figure 4. The detail of temperature at each location as listed in figure 1 are listed in Table 4.



Figure 4 Temperature panel display

Table 5 Temperature sensor code and detail of measuring temperature

Temperature sensor code	detail of measuring temperature	location
Temp-1 (T1)	- Inlet temperature of cold water for co current flow or - Outlet temperature of cold water for countercurrent flow	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-2 (T2)	- Outlet temperature of cold water for co current flow or - Inlet temperature of cold water for countercurrent flow	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger

Temperature sensor code	detail of measuring temperature	location
Temp-3 (T3)	Inlet temperature of hot water	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-4 (T4)	Outlet temperature of hot water	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-5 (T5)	-Inlet temperature of cold water for co current flow or - Outlet temperature of cold water for countercurrent flow	SS/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-6 (T6)	-Outlet temperature of cold water for co current flow or - Inlet temperature of cold water for countercurrent flow	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-7 (T7)	Inlet temperature of hot water	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-8 (T8)	Outlet temperature of hot water	Cu/SS Double pipe Heat Exchanger
Temp-9 (T9)	Outlet temperature of hot water	Plate heat exchanger
Temp-10 (T10)	- Inlet temperature of cold water for countercurrent flow or - Outlet temperature of cold water for co current flow	Plate heat exchanger
Temp-11 (T11)	Inlet temperature of hot water	Plate heat exchanger
Temp-12 (T12)	- Outlet temperature of cold water for countercurrent flow or Inlet temperature of cold water for co current flow	Plate heat exchanger

5. Experimental Design

Student shall read principles and theories that related to heat transfers and heat exchangers to identify parameters that will affect the performance/efficiency of each heat exchanger and design an experiment to analyze parameters that affect performance of each heat exchanger. Show and present your work plan including list of dependent variables and level of variables, control variables, number of experiments, sampling time interval, and data collection table in pre-lab.

6. Data Analysis and discussions

1) plot inlet and outlet temperature of hot water and cold water in heat exchanger at steady flow condition.

2) Estimate actual overall heat transfer coefficient and compare with theoretical overall heat transfer.

3) Analyze and prioritize factors that affect the performance/efficiency of each heat exchanger.

4) Compare efficiency/performance of each exchange.

5) Comments and recommendations.

EXPERIMENT 2

Cooling Tower

Asst. Prof. Dr. Surat Areerat

1. Objectives

- 1) To study the function of the cooling tower.
- 2) To study heat transfer mechanism for cooling tower.
- 3) To determine the performance of cooling tower.

2. Introduction and Theory

2.1 Principles of the cooling tower (counter current flow type)

Cooling tower is generally used as a heat exchanger to cool down hot water for reuse or before discharge to natural resource by ambient air, for several manufacturing. Feeding of hot water will be dispersed into small droplets by multiple spray nozzles which are installed on the top of cooling tower. The water droplets fall down into film distribution panel. (PVC film type) It has main feature to increase contact area between falling hot water film and countering air flow. Meanwhile, the counter current air will be flown through droplets by using a drafted fan to suck air through a water film distribution panel. By this counter current flow type, heat will be transferred from feeding water and leave away with the air by evaporation of water and typical heat transfer process. As a result, the temperature of feeding hot water is decreased to its environment.

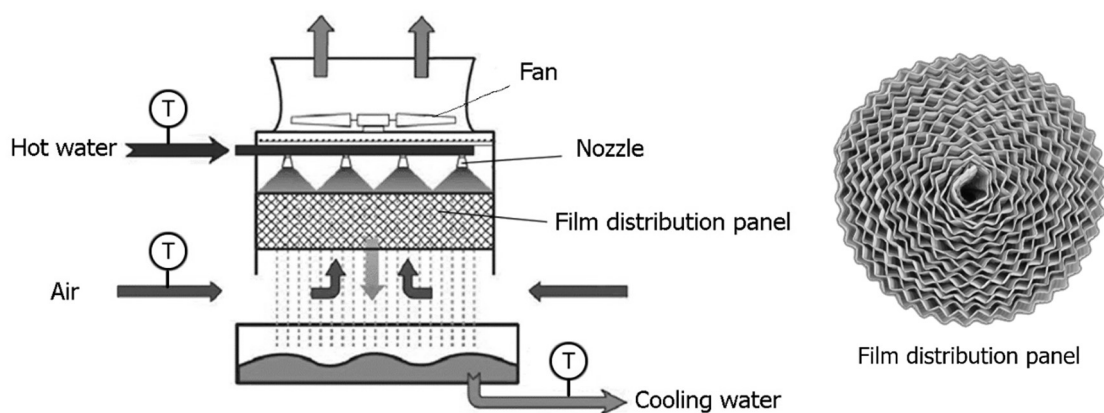


Figure 1 Counter current flow cooling tower

2.2 The mechanism of heat transfer in the cooling tower

Transport phenomena that occurs in the cooling tower as counter current flow are heat transfer and mass transfer these processes that take place simultaneously. The main reason to reduce the temperature of feeding hot water is a phase changing of water (as liquid phase) will be evaporated into the unsaturated air. The typical ambient air contains moisture content within the range of 50 – 80 % RH which allows some water can be evaporated. During water evaporation process, amount of heat will be lost from water droplet equal to its latent heat of water. The dense moisture as cloudy air flow out always be observed on the top of cooling tower. Moreover, another part of the heat transfer process as usual sensible heat also takes place since the temperature of water is higher than the ambient air temperature.

In summary, there are heat transfer processes involve inside the cooling tower to reduce the temperature of hot water in the following manner.

1) The latent heat of evaporation of water into the unsaturated air is about 70-75% of the heat generated in the cooling tower by mass transfer process. This heat transfer is generated due to the difference in vapour pressure between the thin layer surrounding water droplets and the air flow. Thus, the cooling tower is regularly installed in the area where dry ambient air can be circulating flown easily.

2) The sensible heat due to the difference temperature between hot water temperature and ambient air temperature.

2.1) Convective heat transfer between hot water and ambient air occurs during counter current flowing. Where the amount of transferred heat is more or less based on the difference in temperature between the hot water and air. Typically, the heat transfer by convection is approximately 25-30% of the heat generated by all.

2.2) Conductive heat transfer which is a rare occurrence between water droplet and cooling tower compartments and is usually not taken into consideration.

2.3) Radiation heat transfer from the surface of water droplet to surrounding occurs very rarely and is usually not taken into consideration.

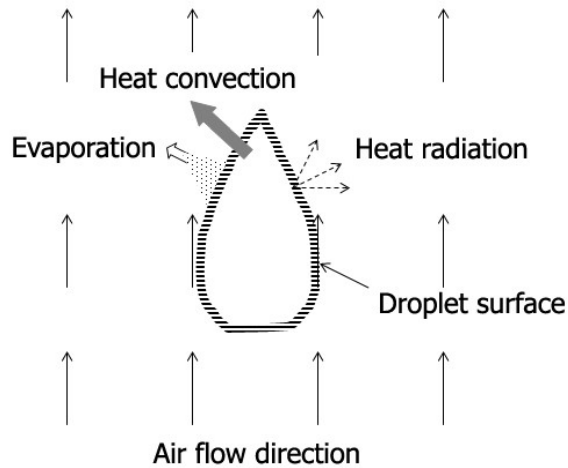


Figure 2 Heat transfer of droplet

2.3 Operating factors which effect to cooling tower performance

The performance of cooling tower depends on many operating factors such as the flow rate of feeding hot water and ambient air, both temperatures of hot water and surrounding air and the relative humidity of ambient air (%RH). And also, it includes the desired design of packing materials inside cooling tower to enhance contact area between water droplet and counter current air flowing.

The heat transfer performance of cooling tower can be described by the following terms;

1) “Approach” term is a variant of the wet bulb temperature of the incoming ambient air and the temperature of cooling water in the storage tank which desired design temperature by the cooling tower manufacturer.

2) “Range” term is the difference between the temperature of feeding hot water ($T_{W, in}$) and output cooling water ($T_{W, out}$). ($R = T_{W, in} - T_{W, out}$).

3) Tower Characteristic term (KaV/L) has been used extensively in practice for determining its ability to remove heat from the water of cooling tower which is defined as following equations. Tower Characteristic term is a dimensionless number which represents group of parameters is so called “Number of Transfer Unit, NTU”. As a typical dimensionless number, NTU can be simplified to describe effect of loading capacity ratio between mass flow rate of feeding hot water (L) and mass flow rate of intake air (G) to the cooling tower. The empirical equation of NTU_{em} as a function of loading capacity ratio is introduced as equation (3). Which both constants, c and n are specified design of distribution panel packing inside the cooling tower.

$$\frac{KaV}{L} = \int_{T_{w,out}}^{T_{w,in}} \frac{C_{pf}}{(h_{wet} - h_a)} dT \quad (1)$$

$$NTU = \frac{KaV}{L} = \int_{T_{w,out}}^{T_{w,in}} \frac{C_{pf}}{(h_{wet} - h_a)} dT \quad (2)$$

$$NTU_{em} = \frac{KaV}{L} = c \left(\frac{L}{G} \right)^{-n} \quad (3)$$

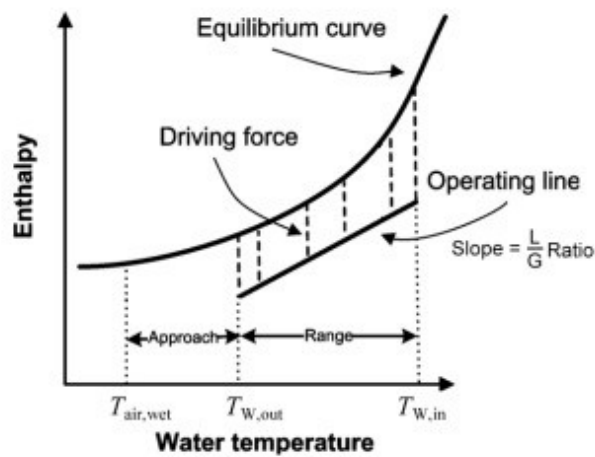


Figure 3 a simple phase diagram of water

2.4 Evaluation of Cooling Tower Performance

The cooling tower performance can be determined by using graphical method as refer to the standard of the Cooling Tower International Institution as following;

- 1) To calculate the tower characteristics term (KaV/L).
- 2) To find a specified design parameter of the cooling tower (a constant c).
- 3) To construct a plot of tower characteristic term versus loading capacity ratio of the cooling tower.

2.4.1 Calculation of the tower characteristic by using Tchebycheff Method

The Cooling Tower International Institute (CTI) has offered and recommended to the mean four points of Tchebycheff's method to calculate the tower characteristic term as following equation 4;

$$\frac{KaV}{L} = \int_{T_{w,out}}^{T_{w,in}} \frac{C_{pf}}{(h_{wet} - h_a)} dT \cong \frac{T_{w,in} - T_{w,out}}{4} \left(\frac{1}{\Delta h_1} + \frac{1}{\Delta h_2} + \frac{1}{\Delta h_3} + \frac{1}{\Delta h_4} \right) \quad (4)$$

From average point of 0.1, 0.4, 0.6 and 0.9 times of the Range as follows.

$$\Delta h_1 = (h_{wet} - h_{a1}) \text{ at } t_1 = T_{w,out} + 0.1 (T_{w,in} - T_{w,out}); h_{a1} = h_{in} + 0.1 (L / G) (T_{w,in} - T_{w,out})$$

$$\Delta h_2 = (h_{wet} - h_{a2}) \text{ at } t_2 = T_{w,out} + 0.4 (T_{w,in} - T_{w,out}); h_{a2} = h_{in} + 0.4 (L / G) (T_{w,in} - T_{w,out})$$

$$\Delta h_3 = (h_{wet} - h_{a3}) \text{ at } t_3 = T_{w,out} + 0.6 (T_{w,in} - T_{w,out}); h_{a3} = h_{in} + 0.6 (L / G) (T_{w,in} - T_{w,out})$$

$$\Delta h_4 = (h_{wet} - h_{a4}) \text{ at } t_4 = T_{w,out} + 0.9 (T_{w,in} - T_{w,out}); h_{a4} = h_{in} + 0.9 (L / G) (T_{w,in} - T_{w,out})$$

Where; L is the mass flow rate of hot water ($\text{kg}_{\text{water}} / \text{s}$)
 G is the mass flow rate of intake air ($\text{kg}_{\text{air}} / \text{s}$)
 h_{in} a specific enthalpy of saturated air at the temperature of the feeding water
 $T_{w,in}$ (K) / (kg).
 h_{wet} the specific enthalpy of saturated air at water temperature (kJ / kg).

Which the specific enthalpy of the saturated air is illustrated in **Table 4**.

2.4.2 To defend the specific feature equation of cooling tower

This equation generally defends by the manufacturer according to the constant “ c ” which is associated with the desired design such as distribution panel of water film. The specific feature of the cooling tower is evaluated by substituting the operating factors Equation (3), where $n = 0.6$ which is specified design by manufacturer with Approach 5 degrees Celsius, and loading capacity ratio of $L/G = 1.111$ (-) and $KaV/L = 0.718$ (-) as resulted

$$(0.718) = c(1.111)^{-0.6}$$

And calculated resulting of the constant $c = 0.7648$, so it has a unique feature of the cooling tower is;

$$\frac{KaV}{L} = 0.7648 \left(\frac{L}{G} \right)^{-0.6} \quad (5)$$

2.4.3 To construct a plot of the tower characteristics of cooling tower

This plot contains two relationships between first one tower characteristic term and the Approach line of 5 °C, and second one tower characteristic term and desired design of tower performance by manufacturer as well as its operating line. The intersection on this plot will be defended as a tower capability of the cooling tower.

(1) The Approach line of 5 °C

The Approach line of 5 °C is a plot to illustrate the relationship between tower characteristic term (KaV/L) and loading capacity ratio in term of L/G by a given constant of the 5 °C difference of the wet bulb temperature of the ambient air inlet to the temperature of cooling water outlet. Due to the Tchebycheff's method in Equation (4) by changing the loading capacity ratio L/G within the range of 60% to 140% of desired design conditions as shown in **Table 1** and Figure 4.

Table 1 the tower characteristics term (KaV/L) at the Approach line of 5 °C

L/G (%)	L/G (-)	KaV/L (Equation 4)
140	1.555	0.846
130	1.444	0.809
120	1.333	0.775
110	1.222	0.745
100	1.111	0.718
90	1.000	0.693
80	0.889	0.671
70	0.778	0.650
60	0.667	0.630

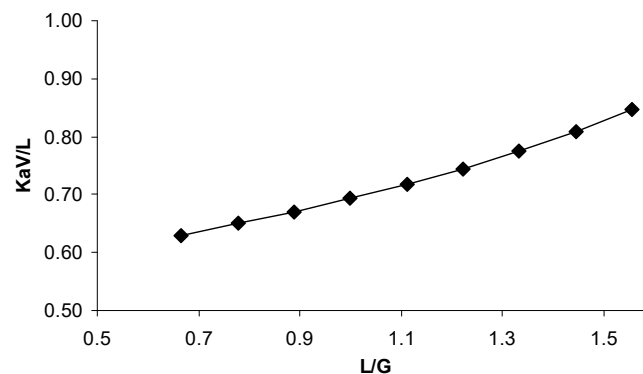


Figure 4 Relationship of Tower Characteristic and Loading capacity ratio at given Approach 5 °C.

(2) The performance of cooling tower plot

The performance of cooling tower can be evaluated by the relationship between tower characteristic term (KaV/L) and loading capacity ratio of L/G . Since, the mass flow rate of air, G is always fixed constant rate by manufacturer therefore by varying the mass flow rate of feeding hot water, L means changing of loading capacity ratio will affect to the performance of cooling tower. It is obviously shown that by increasing mass flow rate of hot water or

increasing of loading capacity ratio, L/G the tower characteristic term (KaV/L) will be decreased as shown in figure 5. Due to a specified design of the tower by manufacturer, tower characteristic term (KaV/L) can be estimated by equation (5) with varying the loading capacity ratio of L/G in the range of 60% to 140% as shown in **Table 2**.

Table 2 The relationship between tower characteristic (KaV/L) and loading capacity, L/G by desired design of cooling tower manufacturer.

L/G (%)	L/G (-)	KaV/L (Equation 5)
140	1.555	0.587
130	1.444	0.613
120	1.333	0.644
110	1.222	0.678
100	1.111	0.718
90	1.000	0.765
80	0.889	0.821
70	0.778	0.889
60	0.667	0.976

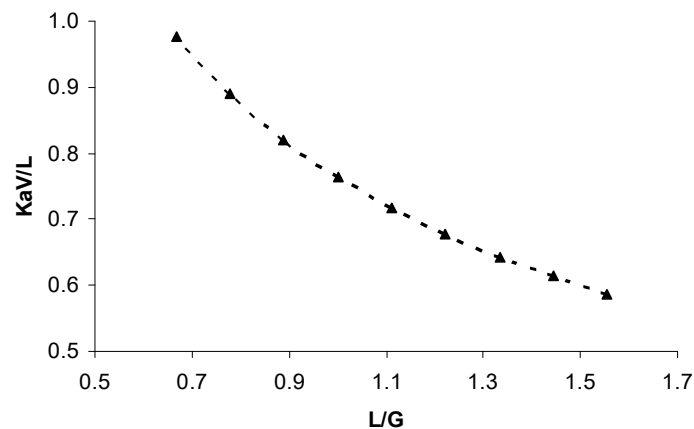


Figure 5 Relationship of Tower Characteristic and Loading capacity ratio by desired design of manufacturer.

(3) Cooling tower capability estimation

In general, changing operating condition and varying loading of hot water will affect to the performance of cooling tower therefore the estimation of cooling tower capability becomes important key to optimize the operation condition when compares with its desired design by cooling tower manufacturer. The Cooling tower capability can be estimated by applying the standard method refers to the Cooling Tower International Institute (CTI). By

plotting tower characteristic term (KaV/L) versus loading capacity, L/G compares with the Approach line of 5 °C plotting. The obtained intersection on this plot is cooling tower capability. If tower characteristic term is defined by cooling tower manufacturer, the intersection point or so called “Design point” where provides the value of $(L/G)_{design}$. During operating of cooling tower, the tower characteristic term also can be determined by applying Eq. (4) with varying loading capacity ratio, L/G . The intersection point shows “working test point” at $(L/G)_{test}$ as shown in Figure 6. After that the cooling tower capability can be estimated by applying Equation (6) as below;

$$\text{Tower Capability} = \frac{\left(\frac{L}{G}\right)_{test}}{\left(\frac{L}{G}\right)_{design}} \times 100 \quad (6)$$

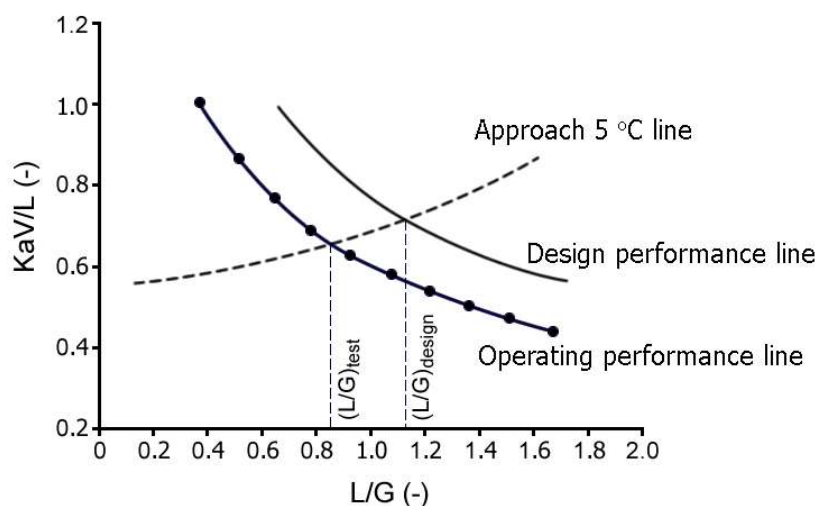


Figure 6 The comparison between $(L/G)_{design}$ and $(L/G)_{test}$ for cooling tower capability estimation

3. Experiment

3.1 Devices

- 1) Cooling Tower set (counter current flow type)
- 2) Thermometers
- 3) Anemometer

3.2 Methods

- 1) Fill water into storage tank about 150-170 liters.
- 2) Turn on heater switch and keeping the set point at 60 ° C as feeding hot water.
- 3) Turn on the switch of feeding pump and cooling tower at electrical control panel.
- 4) Measure volumetric flow rate of feeding hot water to the cooling tower and convert to the mass flow rate of water (L) when the density of water is given constant of 995 kg/m³.
- 5) Measuring the speed of ambient air flow by using the anemometer and calculate the mass flow rate of air (G) when the air density is given constant of 1.2 kg/m³.
- 6) Recording all parameters as shown in Table 3 until steady state.
- 7) Turn off the switch of cooling tower set. Changing the volumetric flow rate of feeding hot water then repeats the step 2 - 7.
- 8) To determine tower characteristic term (KaV/L) after varying cooling tower operating condition and showing the plot to estimate the cooling tower capability by graphical method.

Table 3 variables as experimental result in the data record of the cooling tower.

Recording parameter	Unit
1. wet bulb temperature of the intake air	°C
2. temperature of the hot water inlet cooling tower	°C
3. temperature of the water out of the cooling tower	°C
4. The average volumetric flow of hot water	m ³ /min
5. The average volumetric flow rate of intake air	m ³ /min

4. Reference

- 1) คมกริบ ขจรโมทย์ และ สมยศ สาระภีรมย์.2547. “การพัฒนาหอทำน้ำเย็นในระดับห้องปฏิบัติการ”. ปรียญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2) R. H. Perry. 1997. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 7th ed., New York :McGraw-Hill.

Table 4 the specific enthalpy of the saturated air at various temperatures.

Temperature (°C)	specific enthalpy of the saturated air (kJ/kg)									
	Decimal of temperature (°C)									
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
25	76.28	76.70	77.12	77.54	77.97	78.39	78.82	79.25	79.69	80.12
26	80.56	81.00	81.44	81.88	82.32	82.77	83.22	83.67	84.12	84.57
27	85.03	85.49	85.95	86.41	86.87	87.34	87.81	88.28	88.75	89.22
28	85.70	90.18	90.66	91.14	91.63	92.11	92.60	93.09	93.59	94.08
29	94.58	95.08	95.58	96.09	96.60	97.11	97.62	98.13	98.65	99.17
30	99.69	100.21	100.74	101.26	101.79	102.33	102.86	103.40	103.94	104.48
31	103.03	105.57	106.12	106.63	107.23	107.79	108.35	108.91	109.48	110.04
32	110.61	111.19	111.76	112.34	112.92	113.50	114.09	114.68	115.27	115.86
33	116.46	117.06	117.66	118.27	118.88	119.49	120.10	120.72	121.34	121.96
34	122.59	123.21	123.84	124.48	125.11	125.75	126.40	127.04	127.69	128.34
35	129.00	129.66	130.32	130.98	131.65	132.32	132.99	133.67	134.35	135.03
36	135.72	136.41	137.10	137.80	138.50	139.20	139.91	140.62	141.33	142.05
37	142.77	143.49	144.21	144.94	145.68	146.41	147.16	147.90	148.65	149.40
38	150.15	150.91	151.67	152.44	153.21	153.98	154.76	155.54	156.32	157.11
39	157.90	158.70	159.50	160.30	161.11	161.92	162.73	163.55	164.37	165.20
40	166.03	166.87	167.71	168.55	169.40	170.25	171.10	171.96	172.83	173.69

EXPERIMENT 3

Adsorption

Asst. Prof. Dr. Natthanon Phaiboonsilpa

1. Objectives

1.1 To study an adsorption process of a substance in gas phase on a solid adsorbent

1.2 To use the obtained experimental results to design an adsorption unit

2. Theory

The use of solids for removing substances from either gaseous or liquid solutions has been widely used since ancient times. This process, known as adsorption, involves nothing more than the preferential partitioning of substances from the gaseous or liquid phase onto the surface of a solid substrate. From the early days of using bone char for decolorization of sugar solutions and other foods, to the later implementation of activated carbon for removing nerve gases from the battlefield, to today's thousands of applications, the adsorption phenomenon has become a useful tool for purification and separation. Adsorption phenomena are operative in most natural physical, biological, and chemical systems, and adsorption operations employing solids such as activated carbon and synthetic resins are used widely in industrial applications and for purification of waters and wastewaters.

The process of adsorption involves separation of a substance from one phase accompanied by its accumulation or concentration at the surface of another. The adsorbing phase is the adsorbent, and the material concentrated or adsorbed at the surface of that phase is the adsorbate. Adsorption is thus different from absorption, a process in which material transferred from one phase to another (e.g. liquid) interpenetrates the second phase to form a "solution". The term sorption is a general expression encompassing both processes.

Physical adsorption is caused mainly by van der Waals forces and electrostatic forces between adsorbate molecules and the atoms which compose the adsorbent surface. Thus adsorbents are characterized first by surface properties such as surface area and polarity. A

large specific surface area is preferable for providing large adsorption capacity, but the creation of a large internal surface area in a limited volume inevitably gives rise to large numbers of small sized pores between adsorption surfaces. The size of the micropores (pore size up to 2 nm) determines the accessibility of adsorbate molecules to the internal adsorption surface, so the pore size distribution of micropores is another important property for characterizing adsorptivity of adsorbents. Especially materials such as zeolite and carbon molecular sieves can be specifically engineered with precise pore size distributions and hence tuned for a particular separation.

Surface polarity corresponds to affinity with polar substances such as water or alcohols. Polar adsorbents are thus called "hydrophilic" and aluminosilicates such as zeolites, porous alumina, silica gel or silica-alumina are examples of adsorbents of this type. On the other hand, non-polar adsorbents are generally "hydrophobic". Carbonaceous adsorbents, polymer adsorbents and silicalite are typical non-polar adsorbents. These adsorbents have more affinity with oil or hydrocarbons than water.

Fixed-Bed Adsorption

A typical system used for adsorption of solvent vapors is shown in Figure 1. The adsorbent particles are placed in the bed 0.3 to 1.2 m deep supported on a screen or perforated plate. The feed gas passed down through one of the beds while the other is being regenerated. Downflow is preferred because upflow at high rates might fluidize the particles, causing attrition and loss of fines. When the concentration of solute in the exit gas reaches a certain value or at a schedule time, valves are automatically switched to direct the feed to other bed and initiate the regeneration sequence.

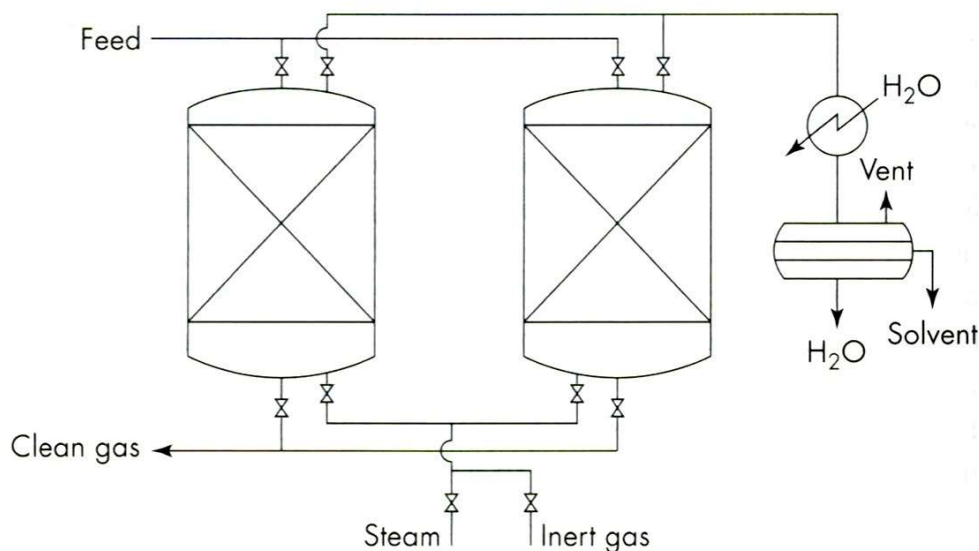


Figure 1 Vapor-phase adsorption system

Separation in a fixed bed is, in virtually all practical cases, an unsteady state rate-controlled process. This means that conditions at any particular point within the fixed bed vary with time. Adsorption only occurs in a particular region of the bed, known as the mass transfer zone (MTZ), which moves through the bed. Applications of fixed bed adsorption, also called percolation, include the removal of dissolved organic compounds from water.

Regeneration can be carried out with hot inert gas, but steam is usually preferred if the solvent is not miscible with water. Steam condenses in the bed, raising the temperature of the solid and providing the energy for desorption. The solvent is condensed, separated from the water, and perhaps dried before reuse. The bed may then be cooled and dried with inert gas, but it is not necessary to lower the entire bed to ambient temperature. If some water vapor can be tolerated in the clean gas, evaporation of water during the adsorption cycle will help cool the bed and partially offset the heat of adsorption.

Equilibria : Gas-Phase Adsorption Isotherms

In adsorption, a dynamic phase equilibrium is established for the distribution of the adsorbate (solute) between the fluid (gas, vapor or liquid) and the solid surface. The equilibrium is usually expressed in terms of partial pressure (gas, vapor) or concentration (liquid) of the adsorbate in the fluid and the adsorbate loading on the adsorbent, expressed as mass, mole or volume of adsorbate per unit mass, mole or volume of the adsorbent.

Unlike vapor-liquid and liquid-liquid equilibria, where theory is often applied to estimate phase distribution, no acceptable theory has been developed to estimate fluid-solid adsorption equilibria. Thus it is necessary to obtain experimental equilibrium data for a particular solute, or mixtures of solutes and/or solvent, and a sample of the actual solid adsorbent material of interest.

If the data are taken over a range of fluid concentrations at a constant temperature, a plot of solute loading on the adsorbent versus concentration or partial pressure in the fluid can be made. Such a plot is called the adsorption isotherm. We focused primarily on gas-phase adsorption. Liquid-phase adsorption exhibits their own isotherms as well. Some typical isotherm shapes are shown as arithmetic graphs in Figure 2.

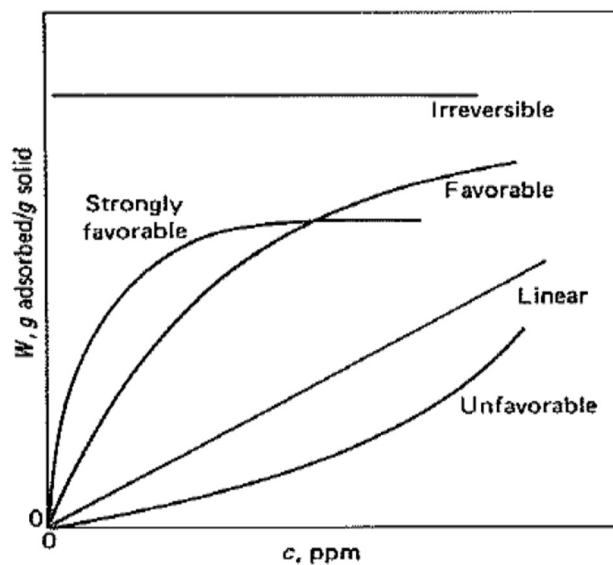


Figure 2 Typical adsorption isotherms

Isotherms that are convex upward are called favorable, because a relatively high solid loading can be obtained at low concentration in the fluid. The limiting case of a very favorable isotherm is irreversible adsorption, where the amount adsorbed is independent of concentration down to very low values. An isotherm that is concave upward is called unfavorable because relatively low solid loadings are obtained and because it leads to quite long mass-transfer zones in the bed. Isotherms of this shape are rare, but they are worth

studying to help understand the regeneration process. If the adsorption isotherm is favorable, mass transfer from the solid back to the fluid phase has characteristics similar to those for adsorption with an unfavorable isotherm.

A variety of different isotherm equations have been proposed, some of which have a theoretical foundation and some being of a more empirical nature. Many of these equations are valid over small relative pressure ranges but do not fit experimental data when tested over the full range of relative pressures. The same pure gas may also illustrate different isotherms on different adsorbents.

Concentration Patterns in Fixed Beds

In fixed-bed adsorption, the concentrations in the fluid phase and the solid phase change with time as well as with position in the bed. At first, most of mass transfer takes place near the inlet of the bed, where the fluid first contacts the adsorbent. If the solid contains no adsorbate at the start, the concentration in the fluid drops exponentially with distance essentially to zero before the end of the bed is reached. This concentration profile is shown by curve t_1 in Fig. 3a, where c/c_0 is the concentration in the fluid relative to that in the feed. After a few minutes, the solid near the inlet is nearly saturated, and most of the mass transfer takes place farther from the inlet. The concentration gradient becomes S-shaped, as shown by curve t_2 . The region where most of the change in concentration occurs is called the mass-transfer zone, and the limits are often taken as c/c_0 values of 0.95 to 0.05.

With time, the mass-transfer zone moves down the bed, as shown by profiles t_3 and t_4 . Similar profiles could be drawn for the average concentration of adsorbate on the solid, showing nearly saturated solid at the inlet, a large change in the region of the mass-transfer zone, and zero concentration at the end of the bed. Instead of plotting the actual concentration on the solid, the concentration in the fluid phase in equilibrium with the solid is shown as a dashed line for time t_2 . This concentration must always be less than the actual fluid concentration, and the difference in concentrations, or driving force, is large where the concentration profile is steep and mass transfer is rapid.

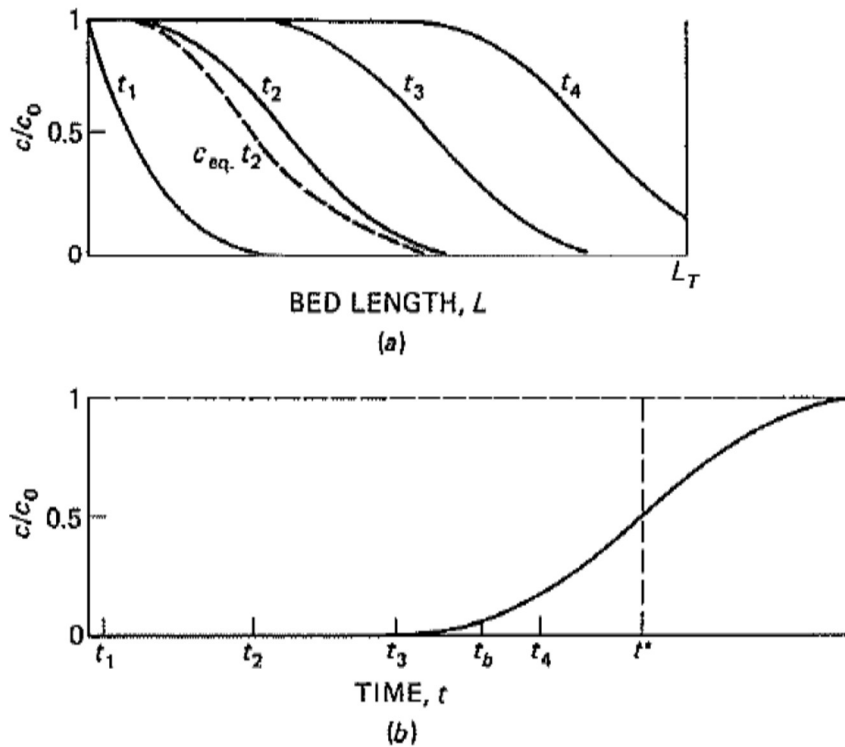


Figure 3 (a) Concentration profiles and (b) breakthrough curve for adsorption in a fixed bed

Breakthrough Curves

Few fixed beds have internal probes that would permit measurement of profiles such as those in Fig. 3a. However, these profiles can be predicted and used in calculating the curve of concentration versus time for fluid leaving the bed. The curve shown in Fig. 3b is called a breakthrough curve. At times t_1 and t_2 , the exit concentration is practically zero, as shown also in Fig. 3a. When the concentration reaches some limiting permissible value, or break point, the flow is stopped or diverted to a fresh adsorbent bed. The break point is often taken as a relative concentration of 0.05 or 0.10, and since only the last portion of fluid processed has this high a concentration, the average fraction of solute removed from the start to the break point is often 0.99 or higher.

If adsorption were continued beyond the break point, the concentration would rise rapidly to about 0.5 and then more slowly approach 1.0, as shown in Fig. 3b. This S-shaped curve is similar to those for the internal concentration profiles, and it is often nearly symmetric.

By material balance, it can be shown that the area between the curve and a line at $c/c_0 = 1.0$ is proportional to the solute adsorbed if the entire bed comes to equilibrium with the feed. The amount adsorbed is also proportional to the rectangular area to the left of the dashed line at t^* , the ideal adsorption time for a vertical breakthrough curve. For a symmetric curve, t^* is also the time when c/c_0 reaches 0.5. The movement of the adsorption front through the bed and the effect of process variables on t^* can be obtained by a simple material balance.

For a unit area of cross section, the solute feed rate is the product of the superficial velocity and the concentration:

$$F_A = u_0 c_0 \quad (1)$$

For an ideal breakthrough curve, all the solute fed in time t^* is adsorbed, and the concentration on the solid has increased from the initial value W_0 to the equilibrium or saturation value W_{sat} . Thus

$$u_0 c_0 t^* = L \rho_b (W_{sat} - W_0) \quad (2)$$

or

$$t^* = \frac{L \rho_b (W_{sat} - W_0)}{u_0 c_0} \quad (3)$$

where L and ρ_b are the length and bulk density of the bed, respectively. For fresh carbon or completely regenerated carbon, $W_0 = 0$; but complete regeneration is often too costly.

The break-point time t_b is always less than t^* , and the actual amount of solute adsorbed at the break point can be determined by integrating the breakthrough curve up to time t_b , as shown in Fig. 4. If the mass-transfer zone is narrow relative to the bed length, the breakthrough curve will be rather steep, as in Fig. 4a, and most of the capacity of the solid

will be utilized at the break point. When the mass-transfer zone is almost as long as the bed, the breakthrough curve is greatly extended, as in Fig. 4b, and less than one-half of the bed capacity is utilized. A narrow mass-transfer zone is desirable to make efficient use of the adsorbent and to reduce the energy costs in regeneration. In the ideal case of no mass-transfer resistance and no axial dispersion, the mass-transfer zone would be of infinitesimal width, and the breakthrough curve would be a vertical line from 0 to 1.0 when all the solid was saturated.

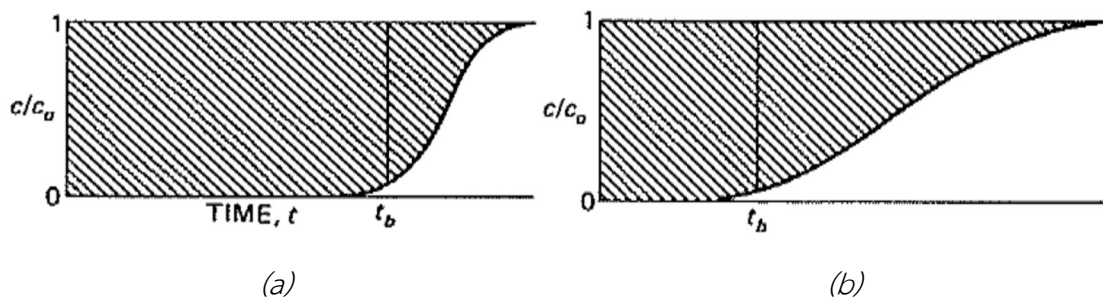


Figure 4 Breakthrough curve for (a) a narrow and (b) wide mass transfer zone.

Scaleup

The width of the mass-transfer zone depends on the mass-transfer rate, and the shape of the equilibrium curve. Methods of predicting the concentration profiles and zone width have been published, but lengthy computations are often required, and the results may be inaccurate because of uncertainties in the mass-transfer correlations. Usually adsorbers are scaled up from laboratory tests in a small-diameter bed, and the large unit is designed for the same particle size and superficial velocity. The bed length need not be the same, as shown in the next section.

Length of unused bed

For systems with a favorable isotherm, the concentration profile in the mass-transfer zone soon acquires a characteristic shape and width that do not change as the zone moves down the bed. Thus, tests with different bed lengths give breakthrough curves of the same shape; but with longer beds, the mass-transfer zone is a smaller fraction of the bed length, and a greater fraction of the bed is utilized. At the break point, the solid between the inlet of

the bed and the start of the mass-transfer zone is completely saturated (at equilibrium with the feed).

The solid in the mass-transfer zone from nearly saturated to almost no adsorbate, and for a rough average, this solid could be assumed to be about one-half saturated. This is equivalent to having about one-half of the solid in the mass-transfer zone fully saturated and one-half unused. The scaleup principle is that the amount of unused solid or length of unused bed does not change with the total bed length.

To calculate the length of unused bed from the breakthrough curve, the total solute adsorbed up to the break point is determined by integration. The capacity of the solid is obtained by integration of a complete breakthrough curve or from separate equilibrium tests. The ratio of these two quantities is the fraction of the bed capacity utilized at the break point, and 1.0 minus this ratio is the unused fraction. The unused fraction is converted to an equivalent length of unused bed (LUB), which is assumed to be constant. It can be calculated by the following equations:

$$LUB = L \left(1 - \frac{W_b}{W_{sat}} \right) \quad (4)$$

where

$$W_{sat} = \frac{F_A t_{sat}}{L \rho_b} \quad (5)$$

$$W_b = \frac{F_A t_b}{L \rho_b} \quad (6)$$

In addition, the break-point time is calculated from the ideal time and the fraction of bed utilized:

$$t_b = t^* \left(1 - \frac{LUB}{L} \right) \quad (7)$$

3. Equipment and chemicals

- 3.1 Gas adsorption experimental set-up
- 3.2 Adsorbent (silica gel)
- 3.3 Hygrometer
- 3.4 Stop watch
- 3.5 Weight balance
- 3.6 Ruler

4. Experimental procedures

- 4.1 Students are requested to select a primary variable from 2 parameters, i.e. air flow rate and bed height to study in their experiments. Set two specific values on the selected primary variable, while fix the other variable to a constant. Set those specific values of two variables to fall between the ranges as follows:
 - 1. Air flow rate 100 – 400 l/h
 - 2. Bed height 5 – 15 cm
- 4.2 Define percentage humidity of the outlet air after passing through the saturated silica gel bed and its weight packed in the column
 - 1. Load the saturated silica gel into the column. Make its height to the specific value.
 - 2. Flow air to the bed and record percentage humidity of the outlet air
 - 3. Remove the saturated silica gel from the column. Define its weight.
 - 4. Put the saturated silica gel into a beaker and dry it in the oven at 110°C for 60 min to obtain fresh silica gel. Cool down it in the desiccator for 30 min and quantify its weight.

4.3 Perform the experiment of water absorption by passing the air through the fresh silica gel bed

1. Use the fresh silica gel obtained in the end of section 4.2, which give the specific value of bed height. Load it carefully to the column.
2. Flow air to the bed and start counting the time. Measure percentage humidity of the outlet air. At an early stage, data may need to be recorded every 10 seconds as changes in humidity might be fast. After that period, one can record data every 1-5 minutes.
3. Finish the experiment after the data reach the values of percentage humidity of the outlet air found in section 4.2. Remove the saturated silica gel from the column. Define its weight.
4. Repeat the experiment (sections 4.2 and 4.3) again but this time use the other specific value of the primary variable.

5. Expected contents in final report

1. Draw the breakthrough concentration curves to define t_b and t^*
2. Calculate the total humidity adsorbed
3. Calculate the equivalent length of unused base (LUB)
4. Predict the t_b for a bed height of 30 cm

6. Post-experiment questions

Please explain about the following typical isotherms

- Adsorption isotherm
- Langmuir isotherm
- Freundlich isotherm

7. Reference

1) W. L. McCabe, J. C. Smith, and P. Harriott, Unit Operations of Chemical Engineering, 6th edition, McGraw-Hill, 2001.

EXPERIMENT 4

Membrane

Asst. Prof. Dr. Thachanan Samanmulya

1. Objectives

1. To understand principle of RO membrane separation
2. To understand RO membrane separation in both steady state and unsteady state modes
3. To study factors that affect the efficiency of RO membrane separation

2. Principle of Reverse Osmosis Membrane Separation and Calculation

Membranes are the selective and semi-permeable barriers. They are normally used to separate two phases and restrict the transport of various chemicals in a selective manner. The separation involves partially separating a feed containing a mixture of two or more components by using a semi-permeable barrier through which one or more of the species moves faster than others. The separation selectivity depends very much on physical or chemical properties of the membrane in terms of its affinity to the mixture species. Additionally, the other important factor in membrane separation is molecule, particle or ion size of the chemical species.

Membranes can be homogenous or heterogeneous, symmetric or asymmetric in structure, solid or liquid, porous or non-porous. In case of porous membrane pore, size is the key parameters which determine the effectiveness and efficiency of the membrane. Membranes can carry a positive or negative charge or be neutral or bipolar. Transport through a membrane can be affected by convection or by diffusion of individual molecules, induced by an electric field or driving forces e.g. concentration, pressure or temperature gradients. Normally, separation occurs under a pressure gradient or sometimes under an electrical potential gradient, associated with or without a catalytic reaction.

Systems, which can be separated by membrane separation, are solid particles suspended in a fluid medium and mixture of two different liquids or gases. The main membrane separation technologies include microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration,

reverse osmosis, electrodialysis, gas-separation and pervaporation. The principle of membrane separation process, type of membrane used, driving forces and examples of the application of the established membrane separation technologies are presented in Table 1.

Table 1 Summary of the Established Membrane Separation Technologies

Process	Principle	Type of membrane	Initial or feed phase	Driving forces	Industrial applications
Microfiltration	Separation of organic and polymeric compounds with micropore ranges of 0.1–10 μm	Finely microporous 0.1–10 μm	Liquid or gas	Pressure difference 35–350 kPa	Removal of suspended solids, bacteria in pharmaceutical, electronics industries
Ultrafiltration	Separation of water and microsolute from macromolecules and colloids	Finely microporous 1–100 nm	Liquid	Pressure difference 140–700 kPa	Removal of colloidal material from wastewater, food process streams
Reverse osmosis	Passage of solvents through a dense membrane that is permeable to solvents but not solutes	Dense solution-diffusion	Liquid	Pressure difference 700–7000 kPa	Drinking water from sea, brackish or groundwater; production of ultra-pure water for electronics and pharmaceutical industries
Electrodialysis	Ions are transported through a membrane from one solution to another under the influence of an electrical potential	Electrically charged films	Liquid	Voltage difference 1–2 V	De-ionized water from conductive spacers, recovery of organic acids from salt, heavy metal recovery
Gas separation	Component of mixture of gaseous is removed through a pressure gradient	Dense solution-diffusion	Vapor of gas	Pressure difference 700–7000 kPa	Removal of nitrogen from air, hydrogen from petrochemical/refinery vents, carbon dioxide from natural gas, propylene and VOCs from petrochemical vents
Pervaporation	Component of a mixture diffuses through, evaporates under a low pressure and is removed by a vacuum	Dense solution-diffusion	Liquid	Vapor pressure 7–70 kPa	Dehydration of solvents, separation of azeotropic mixtures

Figure 1 displays a membrane separation module and the principle of separation. Feed is driven into the membrane separation module by pump. A portion of feed which can pass through the membrane is called “permeate” but the one which cannot pass through is “retentate” or “concentrate”. A key factor that reflects the efficiency of membrane separation is a flow rate or mass flux of permeate. Those parameters can be reported in terms of weight or mole of permeate per time and unit area of the membrane.

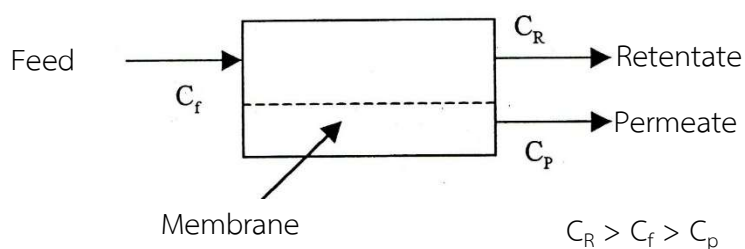


Figure 1 Membrane Separation Module

Reverse Osmosis (RO) is a separation technique that is suitable for a wide range of applications, especially when salt and/or dissolved solids need to be removed from a solution. Accordingly, RO can be used for seawater and brackish water desalination, to produce both

water for industrial application, and drinking water. It is often the appropriate technique to treat solutions having salt concentrations from 100 to over 50,000 mg/ liter. It can also be applied for the production of ultrapure water (e.g. semiconductor, pharmaceutical industries) and boiler feed water. In addition, RO membrane systems are used for wastewater and water reuse treatments.

Osmosis is a natural phenomenon which can be defined as the movement of pure water through a semi-permeable membrane from a low to a high concentration solution (see Figure 2a). The membrane is permeable to water and some ions but rejects almost all ions and dissolved solids. This process (movement of water) occurs until the osmotic equilibrium is reached, or until the chemical potential is equal on both sides of the membrane. A difference of height is observed between both compartments when the chemical potential is equalized (Figure 2b). The difference in height expresses the osmotic pressure difference ($\Delta\pi$) between the two solutions. Reverse osmosis (Figure 2c) is a process that occurs when pressure greater than the osmotic pressure ($P \gg \Delta\pi$) is applied to the concentrated solution. Water is forced to flow from the concentrated to the diluted side, and solutes are retained by the membrane.

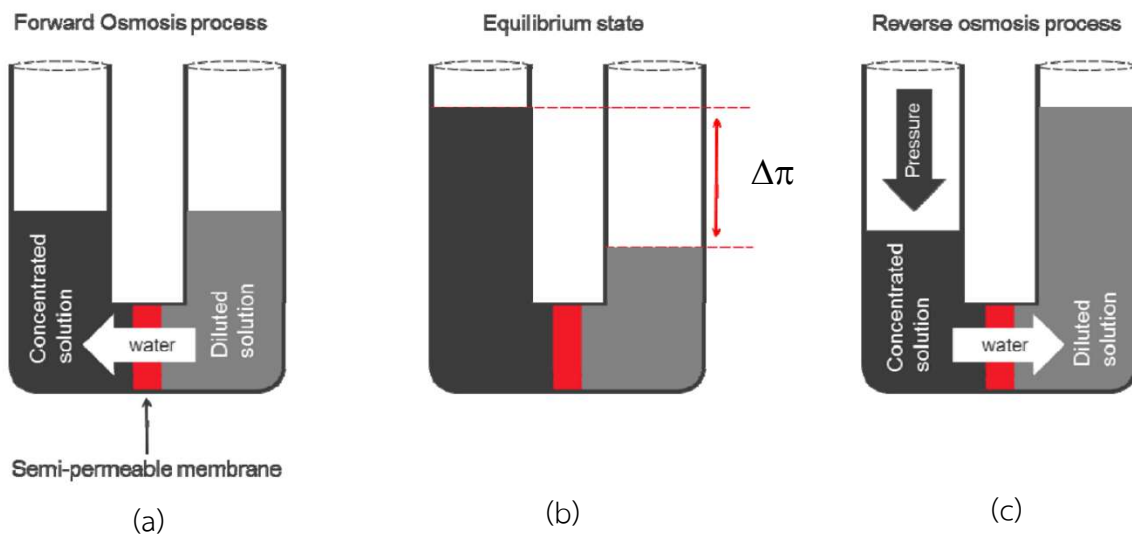


Figure 2 Principle of Reverse Osmosis (RO) Membrane Separation

Osmotic pressure of a solution can be calculated from the equation of Van't Hoff (M. Mulder, 1996)

$$\pi = C_i RT / M \quad (1)$$

where π : osmotic pressure (Pa)

C_i : mass concentration of solution (g/m^3)

R : gas constant

T : temperature (K)

M_i : molecular weight of substance i (g/mol)

This equation is valid for a dilute solution or ideal solution. Figure 3 demonstrates changes in osmotic pressure of glucose and sucrose solutions at different concentrations. It is obvious that the osmotic pressure increases with an increase in solution concentration. In addition, osmotic pressure of sucrose is lower than the smaller sugar molecule such as glucose.

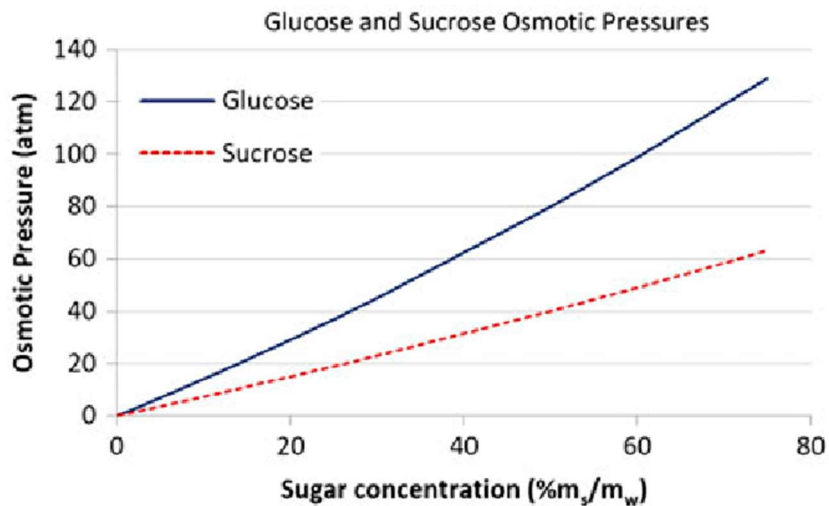


Figure 3 Example of Osmotic Pressure (π) of Glucose and Sucrose Solutions at Different Concentrations

In fact, there are several models or theory to explain a separation mechanism of the RO membrane separation. In this experiment, a model of solution-diffusion which was developed by H. Lonsdale et al. (1965) is employed. This model describes that both of solute (sugar) and solvent (water) become soluble and diffuse through the membrane by using pressure difference over the membrane as a driving force. However, the solute (sugar) and solvent (water) have their own limitations in solution-diffusion phenomena. These make the separation between the two happen. Equation 2 would be very useful to calculate fluxes of the solvent or water as follows:

$$J_w = K(\Delta P - \Delta\pi) \quad (2)$$

where J_w : flux of solvent (water) ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

K : permeability coefficient ($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}$)

ΔP : difference in pressure over the membrane (bar)

$\Delta\pi$: difference in osmotic pressures over the membrane (bar)

3. Experimental

3.1 Materials

1. RO membrane (Figure 4, no. 1)
2. Diaphragm pump (Figure 4, no. 2)
3. Pressure gauge (Figure 4, no. 3)
4. Hose
5. Beaker
6. Measuring cylinder
7. Volumetric flask
8. Stirring rod
9. Stop watch
10. Weighing balance
11. Pycnometer

3.2 Chemicals

1. Distilled water
2. Refined sugar

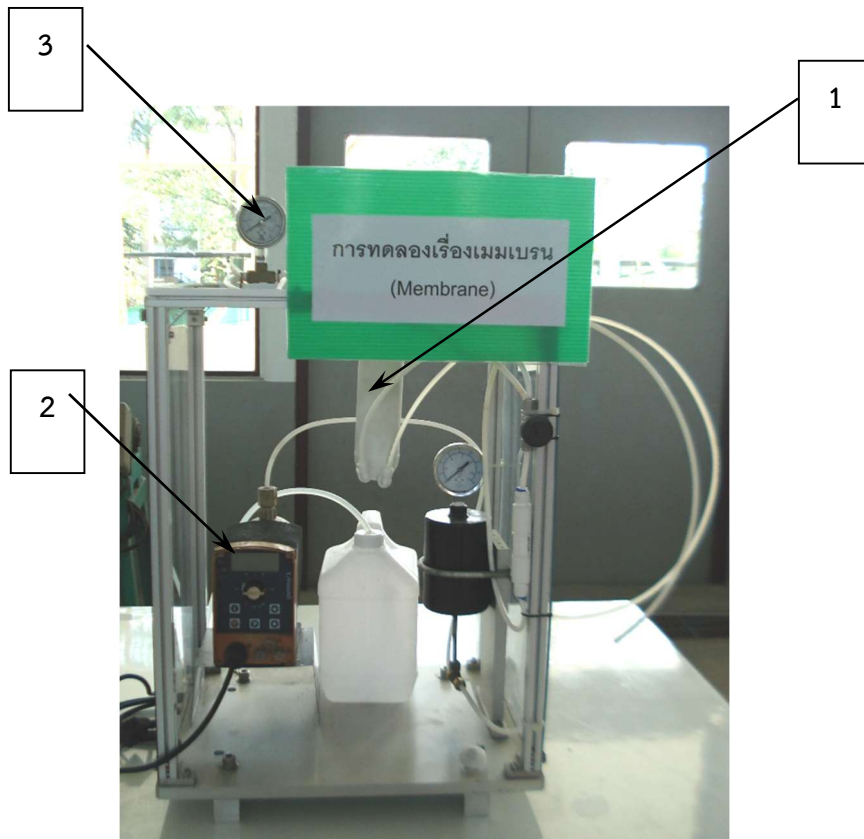


Figure 4 Experimental Setup for Membrane Separation

3.3 Experimental Procedures

Part 1: Calibration curve for concentration and density of the sugar solutions

1. Record the dry weight of Pycnometer
2. Fill in Pycnometer with the distilled water, put the cap, make sure to wipe out the overflowed water, and record its weight. One can now define the weight and volume of distilled water. The density can be calculated accordingly.
3. Repeat step 2 but fill in Pycnometer with the sugar solutions at different concentrations.
4. Make a calibration curve for concentration and density of the sugar solutions

Part 2: Membrane separation at steady state

1. Prepare sugar solution at a specific concentration and put it in a container
2. Turn on pump to flow the sugar solution into the membrane module. Keep flowing until the concentration of retentate becomes a constant, at which the separation reaches a steady state.
3. Keep flowing until the concentration of retentate becomes a constant, at which the separation reaches a steady state.
4. Calculate a “Permeability Coefficient, K ” by using Equation (2)

Part 3: Membrane separation at unsteady state

1. Prepare sugar solution at a specific concentration and put it in a container
2. Turn on pump to flow the sugar solution into the membrane module, but this time one is requested to rearrange the outlet hose of retentate to let it goes back into the feed reservoir.
3. Record change of the sugar concentration over time.
4. Draw a mass transfer diagram of this setup and write a mass balance equation.

4. References

- 1) S.-L. Wee, C.-T. Tye, and S. Bhatia, “Membrane separation process—Pervaporation through zeolite membrane”, *Separation and Purification Technology*, 63, 2008, 500–516.
- 2) LANXESS Deutschland GmbH, “RO Theory: Principle of Reverse Osmosis Membrane Separation”, Business Unit Liquid Purification Technologies, Germany, Edition: November 2013, 1-9. Online available at <http://lpt.lanxess.com/> (accessed on 22 January 2020)
- 3) M. Mulder, *Basic Principles of Membrane technology*, Kluwer Academic Publishers, 1996. 214-223, 299-303.
- 4) S. Bhumiratana, *Reverse Osmosis Fundamentals and Theory*. Proceedings of the fourth ASEAN workshop on Membrane technology, 15-25 April, 1987, Malaysia.
- 5) H. Lonsdale, U. Merten, and R. Riley, Transport properties of cellulose acetate osmotic membrane, *J. Appl. Polym. Sci.* 9, 1965, 1341-1362.
- 6) R.D. noble and P.A. Terry, *Principles of Chemical Separations with Environmental Applications*, Cambridge University Press, 2004.

EXPERIMENT 5

Gas Absorption

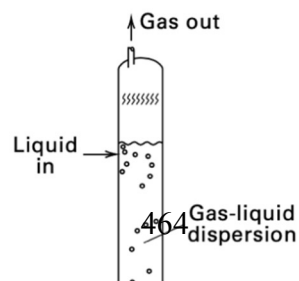
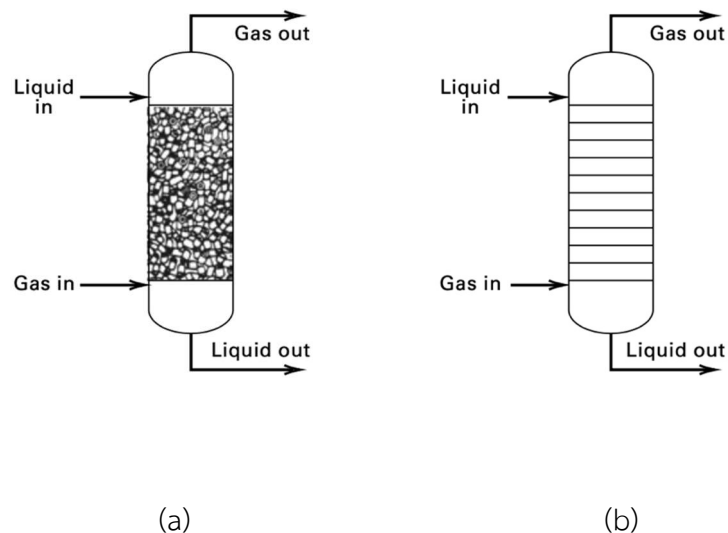
Asst. Prof. Siripan Murathathunyaluk

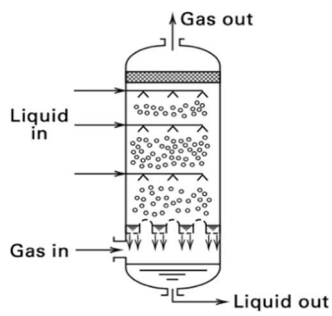
1. Objective

To understand and determine the overall mass transfer coefficient between gas and liquid phases in packed column as well as liquid holdup, flooding and observe an emerged pressure drop.

2. Theory

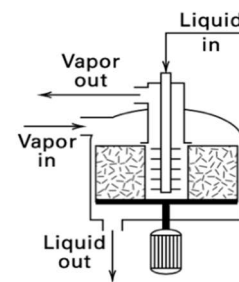
Gas absorption is a vapor-liquid separation process which consisting at lease 3 components, soluble solute (absorbate), suitable solvent (absorbent) and carrier gas by using gas solubility as a main property. Due to the difference in concentration of solute between carrier gas and solvent phase, mass transfer of solute certainly occurs. Absorbers is mainly packed columns and trayed towers (plate columns), and less often spray towers, centrifugal contactors and bubble columns, respectively shown in Figure 1.





(c)

(d)



(e)

Figure 1 Type of absorption columns: (a) packed column; (b) trayed tower; (c) spray towers; (d) bubble column; (e) centrifugal contactor¹

Table 1 Comparison of types of absorption column

Types of absorption column	Advantages	Disadvantages
Packed column	<ol style="list-style-type: none"> 1. Superior contact between gasses and liquid that promote high mass transfer rate 2. Low capital, operating, and maintenance cost 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Channeling, which must be controlled by redistributing liquid 2. Cannot handle extremely high or low flow rates
Trayed towers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Can handle high or low liquid flow rates cost effectively 2. Easily customized to the specific requirements such as operations requiring much heat 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Higher pressure drop than packed column 2. Slow reaction rate processes 3. Plugging and fouling may occur
Spray towers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Low pressure drop 2. Most effective for solutes with high liquid solubility 	<ol style="list-style-type: none"> 1. High pumping cost 2. Poor mass transfer 3. Low residence time

Bubble columns	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suitable for reaction which requires large residence time 2. Low maintenance and operating cost are required 	<ol style="list-style-type: none"> 1. High vapor pressure drop 2. Low vapor throughput
Centrifugal contactors	<ol style="list-style-type: none"> 1. High mass transfer rates can be achieved 2. Favored when no headroom for tray or packed column 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vary low residence time 2. Low number of contact stages

Operating limitation; loading and flooding region

Operating limitation for packed column is flooding which can avoid by the control of liquid and gas flowrate. Generally, in absorption column, the difference of liquid and gas flowrates results in 3 regions, which can be occurred, preloading, loading or flooding. Liquid and gas flow rate should be operated at the preloading region where located before loading region due to the high efficiency and stability of column. Between the loading and flooding points is the loading region. Finally, if superficial gas velocity is built up excessively beyond loading point, operating condition in column is reached to flooding. Liquid holdup and specific pressure drop are a well indicator used to indicate operating region in absorption column.

Liquid holdup is defined as the volume of liquid held per volume of the packed bed under operation conditions. According to Figure 2, at preloading region, liquid holdup independences on a superficial gas velocity. Alternatively, at loading point, downward flow of liquid is obstructed by flow of gas, and then liquid begins fill the bed, replacing gas. From this point, liquid holdup increases sharply, and mass-transfer efficiency decreases. At flooding region, gas has a sufficient drag force to entrain the entire liquid. Hence, liquid is continuous across the top of the packing and the column, referred flooded.

Figure 3 shows specific pressure drop for a given liquid velocity. Dry specific pressure drop originates mainly from the friction of gas which rises through the void of the packed bed under conditions of no liquid flow. At preloading region for difference liquid velocity, specific pressure drop is a straight line parallel to the dry specific pressure drop curve. After loading

point, increasing of specific pressure drop is sharply non-linear due to the rapid accumulation of liquid in the packing-void volume.

Specific pressure drop at flooding (ΔP_{flood}) in units of inches H₂O/ft of packed height can be calculated by the empirical expression [Kister & Gill, 1992].

$$\Delta P_{\text{flood}} = 0.115 F_p^{0.7} \tag{1}$$

where F_p which is packing factor (ft²/ft³) depends on types of packing.

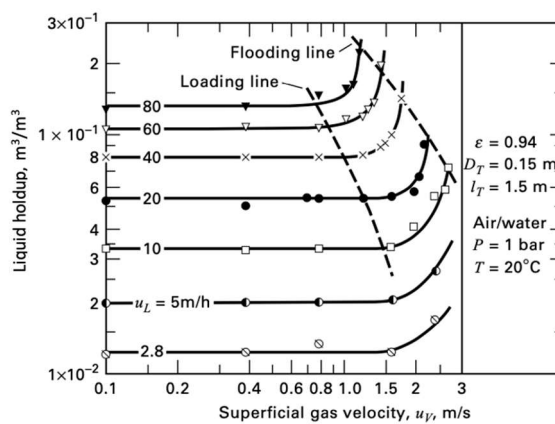


Figure 2 Liquid holdup for irrigated 25-mm metal Bialecki rings¹

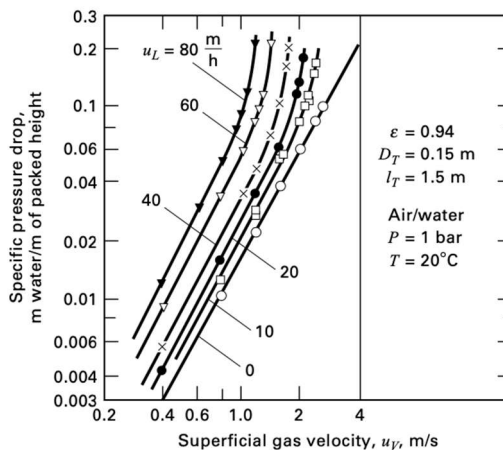





Figure 3 Specific pressure drop for dry and irrigated 25-mm metal Bialecki rings¹

Packing

Packing is instrumental in creating longer gas–liquid contact time during gas absorption process. Type and material of packing directly affected to the contacting between liquid and gas, and also pressure drop.

Table 2 Example of packing

Packing	Raschig rings	Intalox saddles	Pall rings	
				
Material	Glass	Ceramic	Plastic	Plastic
Size, d_p (mm)	4	35	35	50
Packing factor, F_p (ft ² /ft ³)	1589	50	40	26
Area/volume, a (m ² /m ³)	1007.0	114.6	151.1	111.1
Void fraction, ϵ (m ³ /m ³)	0.578	0.761	0.906	0.919

Rate-based method for packed column

The packed-tower absorption column consists of a hollow vertical tower, usually cylindrical in cross-section, filled with a loosely fitting packing which allows easy flow of both gas and liquid streams. In Figure 4, flow rate of inlet gas (V_{in}) from the bottom of column contains solute with mole fraction y_{in} flows upward and then purged at the top as the outlet gas flow rate (V_{out}) with the solute mole fraction y_{out} . Whereas flow rate of inlet solvent (L_{in}) which contains solute with mole fraction x_{in} is fed from top and then flows downward to the bottom as flow rate of solvent outlet (L_{out}) with mole fraction x_{out} .

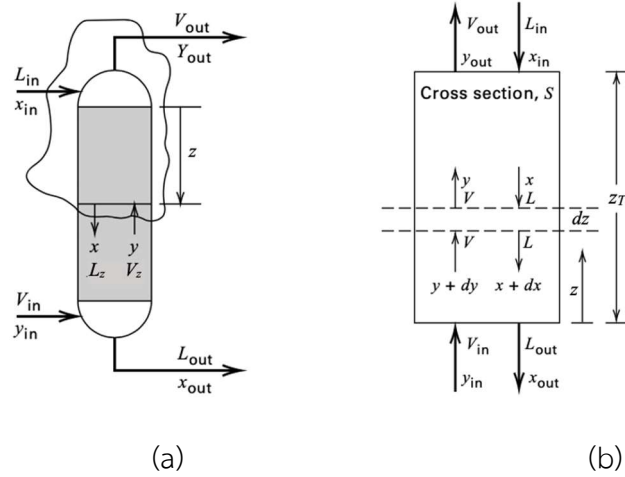


Figure 4 Material balance in packed columns with countercurrent flow

(a) Overall (b) Differential contact for absorption¹

$$L_{in}x_{in} + V_{in}y_{in} = L_{out}x_{out} + V_{out}y_{out} \quad (2)$$

where L_{in}, L_{out} = liquid flowrate at inlet and outlet respectively, mol/h

V_{in}, V_{out} = gas flowrate at inlet and outlet respectively, mol/h

x_{in}, x_{out} = mole fraction of solute in liquid phase at inlet and outlet

y_{in}, y_{out} = mole fraction of solute in gas phase at inlet and outlet

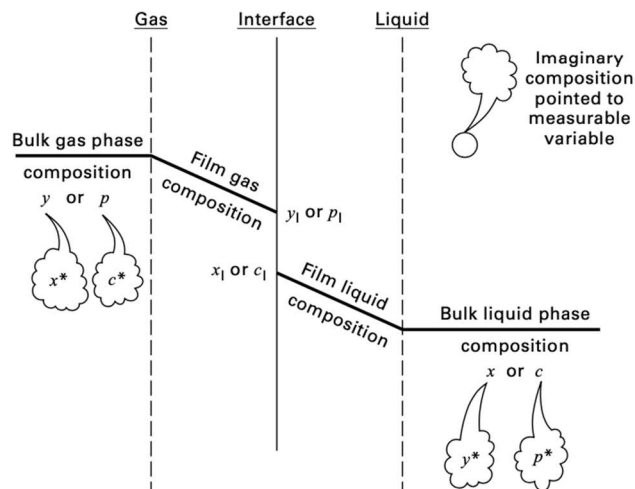


Figure 5 Film theory for mass transfer from fluid–fluid interface into a liquid¹

Gas-liquid equilibrium at interface

$$y_1 = H x_1 \quad (3)$$

where H = Henry's constant

In terms of the mass transfer coefficient, mole-fraction driving force is existed for the common combination of vapor-liquid mass transfer, which expressed in mass transfer coefficients k_x and k_y for liquid and gas phases respectively.

$$r = k_x(x_1 - x) = k_y(y - y_1) \quad (4)$$

Due to the composition at the interface is difficult to measure hence overall volumetric mass-transfer coefficients are defined in terms of overall mass transfer coefficient.

$$r = K_x a (x^* - x) = K_y a (y - y^*) \quad (5)$$

where r = mass-transfer rate per unit volume of packed bed, $\text{kmol}/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$

K_x, K_y = overall mass transfer coefficient for liquid phase and vapor phase

respectively, $\text{kmol}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$

y^* = fictitious vapor mole fraction in equilibrium with the mole fraction x , $= Hx$

x^* = fictitious liquid mole fraction in equilibrium with the mole fraction y , $= y/H$

a = mass transfer area per unit volume of packed bed, m^2/m^3

In packed column, cross section is S and the difference volume in height dz is Sdz . For dilute gas, the change in molar flow rate is neglected, and the amount absorbed in section dz is $-Vdy$ which equals the absorption rate times the differential volume.

$$-V dy = K_y a (y - y^*) S dz \quad (6)$$

Finally, the packed height can be calculated in term of integral form as

$$Z_T = \frac{V}{K_y a S} \int_{y_{out}}^{y_{in}} \frac{dy}{y-y^*} \quad (7)$$

$$Z_T = \frac{V}{K_y a S} \frac{(y_{in}-y_{out})}{(y-y^*)_M} \quad (8)$$

where

$$(y-y^*)_M = \frac{(y_{in}-y_{in}^*) - (y_{out}-y_{out}^*)}{\ln [(y_{in}-y_{in}^*)/(y_{out}-y_{out}^*)]} \quad (9)$$

$$y_{in}^* = H_A x_{out} \text{ and } y_{out}^* = H_A x_{in} \quad (10)$$

from equation (8)

$$H_{OG} = \frac{V}{K_y a S} \text{ and } N_{OG} = \int_{y_{out}}^{y_{in}} \frac{dy}{y-y^*} \quad (11)$$

Besides, H_{OG} is represented the overall height of a gas transfer unit (HTU). The smaller the HTU, the more efficient the contacting. While N_{OG} is represented the overall number of gas transfer units (NTU), which means the larger the NTU, the greater the time or area of contact required.

3. Questions before the experiment

1. From Figure 2, liquid velocity at 10 m/h is considered. What are the gas velocity and liquid holdup at loading and flooding point? Describes relations between gas velocity and liquid holdup.
2. From Figure 3, liquid velocity at 80 m/h is considered. What are the gas velocity and specific pressure drop at loading and flooding point? Describes relations between gas velocity and pressure drop.
3. Data of packing is given below. Please calculate specific pressure drop at flooding and describes relations between pressure drop and size of the packing.

Packing type	Packing factor, F_p (ft ² /ft ³)	Size, d_p (mm)
Plastic Pall rings	40	35
Plastic Pall rings	26	50

4. Why is Henry's law considered for calculating equilibrium of CO₂ concentration in gas and liquid phase?
5. From equation (5), please write down regarding the mole flux (N_A) in unit of kmol/m²·hr in terms of overall mass transfer coefficient in liquid and gas phases.

4. Experimental

Chemicals

1. Sodium hydroxide (NaOH) solution at concentration 0.0005 M
2. Phenolphthalein
3. RO Water
4. Pure CO₂

Glassware and apparatus

1. Absorption column
2. 3 of 50 ml Beaker
3. 14 of 50 ml Erlenmeyer flask
4. 14 of 50 ml sample bottles
5. 25 ml Pipette

6. Burette
7. Funnel
8. pH meter

Part 1 To study of operating limitation

1. Check the water level in manometer as zero
2. Adjust gas flowrate to 300, 500, 700, 900, 1100, 1300 and 1500 lit/h then record pressure drop
3. Adjust liquid flowrate in range of 20-40 lit/h then change gas flowrate at 300-1550 lit/h and record pressure drop
4. Increase gas flowrate to estimate flooding point then record pressure drop
5. Construct graph regarding liquid flowrate (x axis) and pressure drop (y axis) to consider the gas flowrate at loading and flooding point

Part 2 To study the changing of parameters which effects to overall mass transfer coefficient

Table 3 Experiment data for each group

Group	Condition							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	✓		✓					
2		✓				✓		
3			✓	✓				
4						✓		✓
5	✓				✓			
6							✓	✓
7					✓		✓	
8		✓				✓		
9		✓		✓				
10	✓				✓			

Condition	Liquid flowrate (lit/h)	Gas flowrate (lit/h)	CO ₂ concentration (%mol)
1	15	800	15
2	15	800	25
3	15	1000	15
4	15	1000	25
5	20	800	15
6	20	800	25
7	20	1000	15
8	20	1000	25

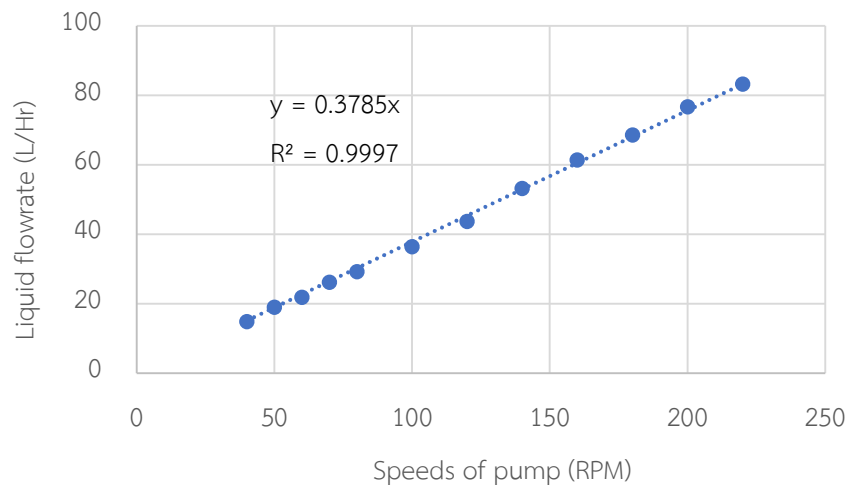


Figure 6 Calibration curve for speeds of pump and liquid flowrate

Part 2.1 To estimate steady state time of CO₂ absorption

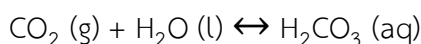
1. Check the water level in manometer as zero
2. Adjust flowrate of air and CO₂ to achieve the total gas flowrate and CO₂ concentration as set in Table 3
3. Adjust speeds of pump to get the appointed liquid flowrate, which can be calculated from calibration curve in Figure 6
4. Time when liquid begins contact with packing and collect samples at the outlet at 2, 4, 6, 8, 10, 15 and 20 minute
5. Pipet samples of 25 cm³ and add 1-2 drops of phenolphthalein then titrate with 0.0005 M NaOH solution to estimate period of time before reach the steady state

Part 2.2 To analyze the amount of absorbed CO₂ in water using pH meter

1. Calibrate pH meter
2. Collect 25 cm³ of the samples at steady state from part 2 to analyze the amount of absorbed CO₂ in water
3. Gently drop 0.1 ml of 0.0005 M NaOH solution from burette and swing it carefully when measure the pH at the same time
4. Record the spent volume of NaOH solution and pH of the sample solution until it turns to strong-base solution (pH ~ 14)
5. Construct graph regarding spent volume of NaOH solution (x axis) and pH of the sample solution (y axis) to estimate the equivalence point
6. Calculate CO₂ concentration that absorbed in water

Part 2.3 Acid-Base and its dissociation calculation for estimating CO₂ concentration in water

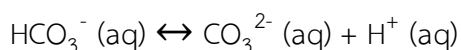
CO₂ in water



K_{a1}



K_{a2}



Given

$$K_{a1} = 4.3 \times 10^{-7}, K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$$

and

$$K_a = \frac{([\text{H}^+])^2}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

where $K_a = K_{a1}K_{a2}$ and $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$

Part 2.4 Calculation of overall mass transfer coefficient

1. Calculate overall mass transfer coefficient (K_y) from obtained CO_2 concentration in part 3
2. Student can explain impact of the changing of parameters which effects to overall mass transfer coefficient

the specific information for calculation

Suggest unit for equation (2): $V_{in} = V_{out}$ (mol/h), $L_{in} = L_{out}$ (lit/h), y (mol $_{\text{CO}_2}$ /mol), x (mol $_{\text{CO}_2}$ /lit)

Henry's constant of CO_2 (H_{CO_2})	=	29.41 lit $_{\text{sol}}$ atm/mol
Inside diameter of absorption column	=	4.3 cm
Height of absorption column	=	1 m
Area/volume of packing material (a)	=	10.07 cm 2 /cm 3
Packing factor (F_p)	=	1589 ft $^{-1}$

5. References

- 1) J. D. Seader, Ernest J. Henley, D. K.; Roper. *Separation Process Principles : Chemical and Biochemical Operations*, third.; John Wiley & Sons, Inc., 2010.
- 2) Kister, H.Z., *Distillation Design*, McGraw-Hill, New York (1992).

EXPERIMENT 6

Distillation

Asst. Prof. Dr. Amata Anantpinijwatna

1. Objectives

- 1.1 Determine the overall column efficiency and compare with typical efficiencies for trayed bubble cap columns.
- 1.2 Design the distillation column with data from the experiment.

Before Experiment

- A) Choose your own x_D , calculate minimum reflux ratio and minimum number of stages using McCabe-Thiele method
- B) Choose your own x_D , calculate minimum reflux ratio and minimum number of stages using Aspen Plus
- C) Choose reflux ratio for the experiment, discuss the reasons
- D) With chosen reflux ratio and x_D , calculate theoretical number of stages
- E) Find equilibrium data of water-ethanol to use in this experiment

2. Theory

Distillation is a method of separating the components of a solution. It depends upon the distribution of the substances between a gas and a liquid phase, applied to cases where all components are present in both phases. It is a common "unit operation" found, for example, in the petroleum and chemical industries.

Distillation is based on the principle that when sufficient energy is transmitted to a mixture containing components of differing volatilities; the more volatile components (i.e. having a higher vapor pressure) will vaporize preferentially with respect to the less volatile components.

In distillation only a fraction of the liquid is vaporized; with respect to the original liquid the vapor is richer in the more volatile components and the residual liquid is richer in the less volatile components. The vapor is condensed and then partially vaporized, this process is repeated until the vapor has the desired composition. The remaining liquid from each partial vaporization is countercurrently and intimately contacted with the vapor, which is leaner in

the more volatile component from the preceding partial vaporization stage. The point in a distillation tower where the liquid and vapor contact is called a stage. The contacting is done typically by intimate mixing on sieve trays, in packed sections, or by bubble caps, as in this experiment.

The section above the point where the feed enters the tower is referred to as the enriching or rectifying section (Figure 1). In the enriching section the falling liquid "washes" the less volatile components from the rising vapor. The section below the feed is referred to as the stripping section. In the stripping section the liquid in the bottom of the tower is partially vaporized, the vapor then rises stripping the descending liquid of the more volatile components.

For liquid to be provided to the top stage, some of the condensed vapors from this stage are returned as reflux. For vapors to be supplied to the lowest stage, some liquid from the lowest stage is vaporized in the "reboiler".

Two common methods used to calculate the relationship between the number of trays, liquid/vapor ratios, and product composition for a binary mixture (A and B) are the Ponchon-Savarit method and the McCabe-Thiele method. The former requires detailed enthalpy data while the latter does not and is therefore also less accurate. Often the McCabe-Thiele method is adequate because the enthalpy effects **are not large**.

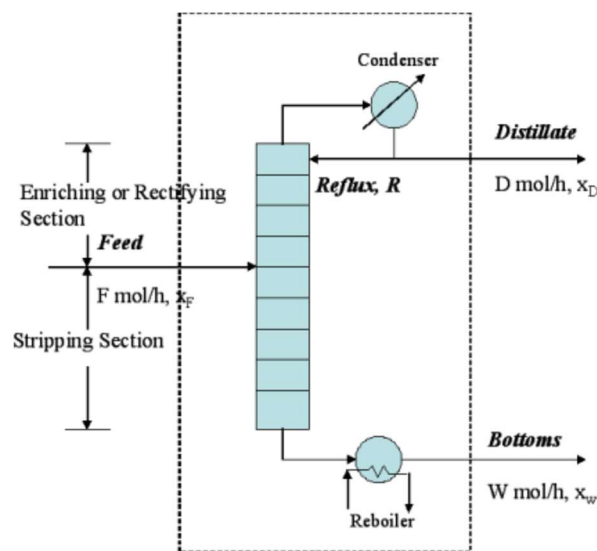


Figure 1 Distillation Column

Operating Lines

Overall material balance

$$F = D + W \quad (1)$$

Component material balance

$$x_F F = x_D D + x_W W \quad (2)$$

1. Enriching Operating Line (Figure 2)

Total balance:

$$V_{n+1} = L_n + D \quad (3)$$

Component balance:

$$Y_{n+1} V_{n+1} = x_n L_n + x_D D \quad (4)$$

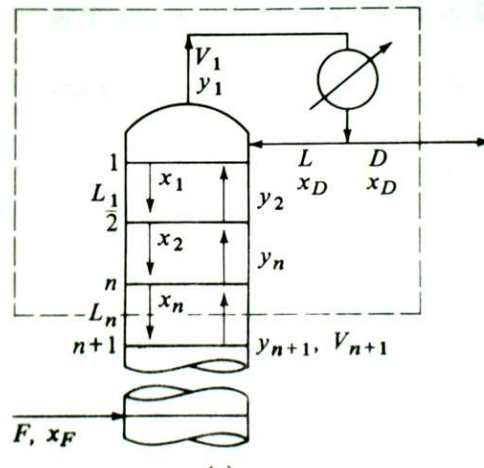


Figure 2 Material balance in an enriching section

McCabe – Thiele Method

Assumption: Constant molal overflow that is the flow rates of liquid and vapor are constant throughout the column. Hence,

$$L_n = L_m = L \quad (5)$$

$$V_{m+1} = V_{n+1} = V \quad (6)$$

Define: Rflux ratio, $R = L/D$

Since $V_{n+1} = L_n + D$ and $\frac{L_n}{V_{n+1}} = \frac{R}{R+1}$, Eq. (4) becomes

$$y_{n+1} = \frac{R}{R+1} x_n + \frac{x_D}{R+1} \quad (7)$$

The operating line intersects with $y = x$ or 45° line at $x_n = y_{n+1} = x_D$.

2. Stripping Operating Line

$$\text{Total balance:} \quad V_{m+1} = L_m - W \quad (8)$$

$$\text{Component balance:} \quad y_{m+1} V_{m+1} = x_m L_m - x_W W \quad (9)$$

Rearranging,

$$y_{m+1} = \frac{L_m}{V_{m+1}} x_m - \frac{x_W W}{V_{m+1}} \quad (10)$$

The operating line intersects with $y = x$ or 45° line at $x_m = y_{m+1} = x_W$.

Both operating lines are simply straight lines that relate the composition in vapor phase (y) to that in liquid phase. The assumption of constant molal overflow is acceptable in the case where the difference in heat of vaporization of the components is not significant. However, if such difference is significant, both operating lines will be curved because the flow rates of vapor and liquid are varied at different position in the column.

Feed Condition (q)

q -line equation:

$$y = \frac{q}{q-1} x - \frac{1}{q-1} x_f \quad (11)$$

where q is the *feed quality*, determined from

$$q = \frac{H_v - H_f}{H_v - H_l} \quad (12)$$

where H_v = enthalpy of feed at adew point

H_f = enthalpy of feed at the entrance to the column

H_l = enthalpy of feed at a boiling point

Once q is known, the feed line can be drawn as shown in Figure 4.

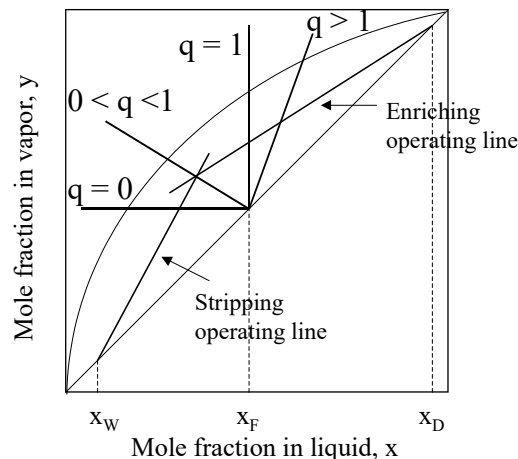


Figure 3 feed lines for feed at different conditions

Feed condition	value of q	Slope of feed line
a) liquid below bubble point	>1	$+$
b) saturated liquid at bubble point	1	∞
c) liquid and vapor	$0 - 1$	$-$
d) saturated vapor	0	0
e) superheated vapor	< 0	$+$

Limiting Cases: Minimum reflux and Total reflux ratio

1. Minimum reflux (R_{min}): $F, W, D \neq 0$

- R is at the minimum
- Maximum number of stages (∞ trays)
- Enriching operating line passes through the points x', y' and x_D
- Since $y = x_D$, the slope of the enriching operating line will be

$$\frac{R_m}{R_m + 1} = \frac{x_D - y'}{x_D - x'} \quad (13)$$

- In practice, the actual reflux ratio is set around $(1.2- 1.5) \times R_{min}$

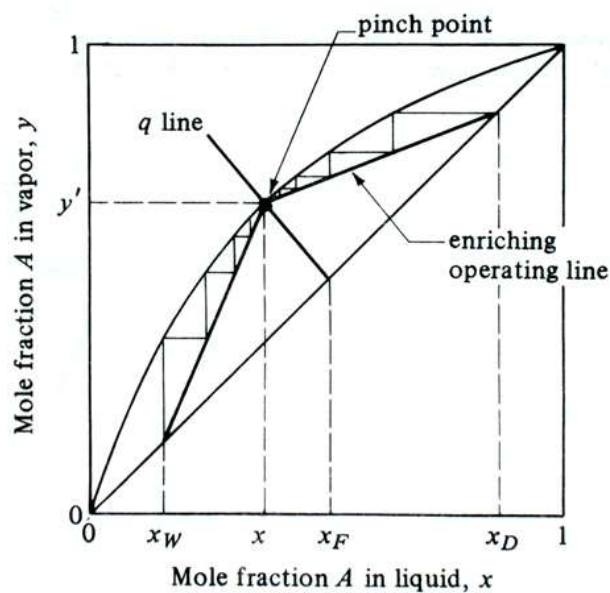


Figure 4 infinite number of trays for the case of Minimum reflux ratio

2. Total reflux: $D, W, F = 0$ and $R = L/D = \infty$

– Minimum number of trays

– No feed to the column and no distillate is taken out of the column.

Hence, all products to the top of the column are refluxed back to the column.

– The operating lines for total reflux is the same line as $y = x$ or 45° line

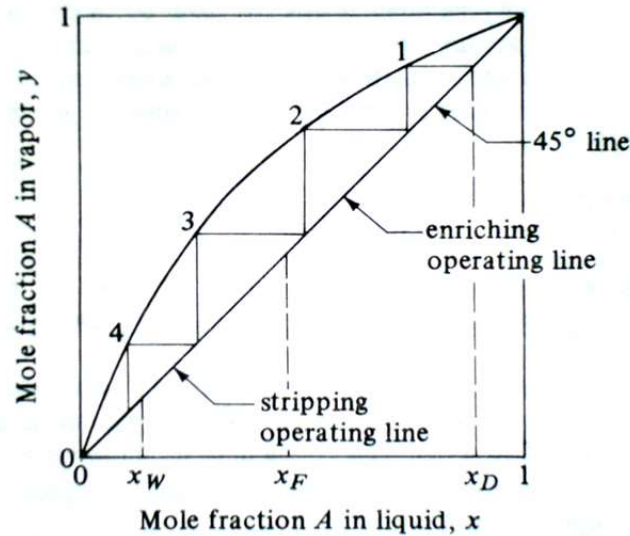


Figure 5 Minimum number of trays for the case of total reflux ratio

Column Efficiency

– Since liquid and vapor phases are not always in equilibrium, the departure from the equilibrium point gives the idea of column efficiency.

– Overall efficiency:

$$\eta = \frac{\text{number of theoretical trays}}{\text{number of actual trays}} \quad (14)$$

3. Experimental Section

3.1 Equipment

- 1) Glass column, 4-inch diameter, 15 bubble cap trays, each tray is positioned 4.5 inches apart
- 2) Control Unit with reflux controller, heater controller and temperature controller
- 3) Feed pump
- 4) Feed container

- 5) Ethanol
- 6) Timer
- 7) Pycnometer

3.2 Procedures

Operation Procedures

- 1) Prepare 20 liters of 15 %vol. ethanol-water mixture
- 2) Turn on the controller unit
- 3) Pump feed into the column, wait until liquid level above heating pipes.
- 4) Read and record the temperature inside a reboiler
- 5) Turn on heater number 1, 2 and 3 to about level 5
- 6) Turn on a cooling water (low to moderate level)
- 7) Set total reflux.
- 8) Wait until the level of liquid in the reboiler is above 3/4 of the reboiler, adjust the speed of feed pump to prevent flooding.
- 9) When the liquid in the top tray is boiled, continue to begin reading the temperature at every thermocouples. Record the temperatures.
- 10) Set the reflux ratio to the desire value. (2 values of reflux ratio will be used for comparison purpose)
- 11) Wait until the column is operating at the steady state (by verifying with temperature readings and mass balance in the column).
- 12) Begin to collect the samples for further analysis. Your samples consist of 1 bottle of feed, distillate and bottoms for a given reflux ratio.
- 13) Measure distillate flowrate.
- 14) Once finished collecting samples for the first reflux ratio, change the reflux ratio to another value.
- 15) Operate column for another 5 minutes, then start reading temperature at each thermocouples. Once the steady state is attained, collect another set of sample for the second reflux.

Shut Down Procedures

Turn off heater, controller unit and pull off the plug for the feed pump. Turn off the condenser water inlet. DO NOT drain off the liquid in the reboiler. Just let the liquid slowly cool down. Pour the distillate and the remaining feed into the appropriate containers.

4. Analysis

- 1) Construct a calibration curve and determine the percentages of ethanol in each samples.
- 2) Step off the diagram using McCabe-Thiele method to determine number of theoretical trays.
- 3) Calculate overall column efficiency.
- 4) Compare and discuss the effects of reflux ratio on the overall column efficiency.

5. References

- 1) Geankoplis, C. J., 1993. **Transport Processes and Unit Operations**. 3rd ed. Singapore: Prentice Hall.
- 2) Treybal, R., 1980. **Mass Transfer Operations**. 3rd ed. Singapore: McGraw-Hill.
- 3) McCabe, W. L., Smith, J. C. and Harriot, P. 2001. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 6th ed, Singapore: McGraw-Hill.
- 4) Perry's Chemical Engineering Handbook. 6th ed McGraw-Hill, 1984.

EXPERIMENT 7

Leaching

(Solid-Liquid Extraction Experiment)

Asst. Prof. Dr. Pornsawan Assawasaengrat

1. Objectives

To determine mass transfer coefficient (k_c)

2. Introduction

Leaching, or solid-liquid extraction, is a common industrial process for removing chemical species from solids and is especially common for natural biological products (e.g. removal of vegetable oils from plants, sugar from beets or coffee from coffee beans). The leaching rate is sensitive to solvent type, solvent temperature, and solvent flow rate. This experiment enables investigating the performance of solid-liquid extraction in simple systems. Industrially, leaching occurs in a variety of different types of apparatus. In general continuous counter-current processes produce higher extract concentrations than batch processes. Some leaching equipment contains agitators, conveyors, or screws to propel solids through the liquid.

This experiment deals with a very practical operation, making coffee, but, more importantly, it introduces fundamental concepts of leaching. Leaching refers to the extraction of solute from solids. Some may argue that coffee, as served, includes extremely fine particles, rather than truly dissolved solute, but that argument is immaterial here.

3. Equipment Description

The experiment is performed on a Solid-Liquid Extraction unit (solvent preheater, extraction column, and batch extractor, Figure1) connected by a system of pipes and valves. Under the semi-batch extraction mode, heated solvent flows from the solvent boiler to either the top, bottom, or side of the extraction column, where it is contacted with the solid. The solvent and solute leave the extraction column and flow to the sampling valve.

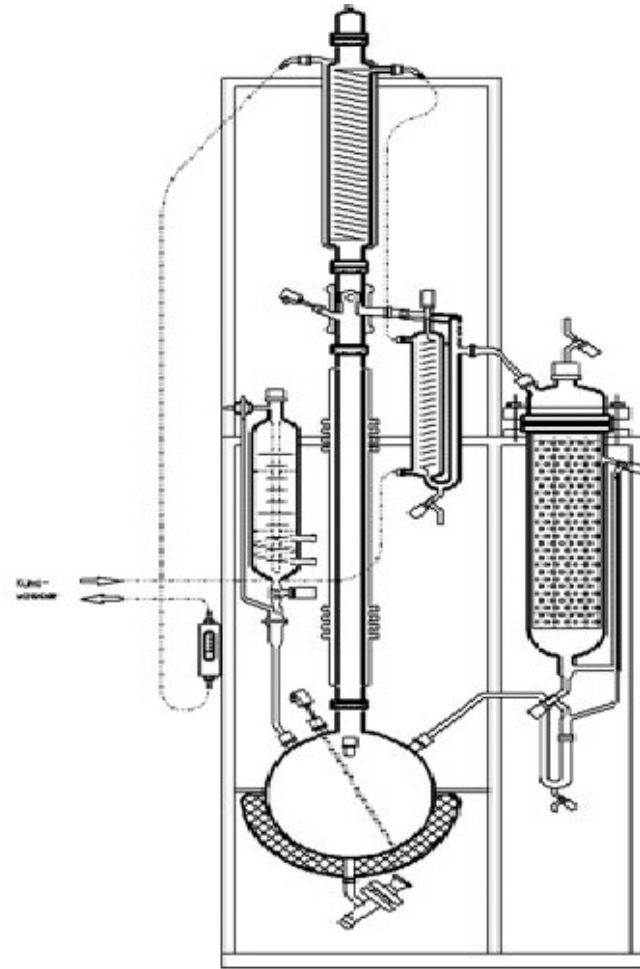


Figure 1 Solid-Liquid Extraction unit

4. Measurements

In the present case, the coffee particle can be considered a porous solid and at infinite time, the concentration of coffee in the porous parts of the particle will be the same as that in the surrounding liquid. The relationship is showed in equation 1

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial C_A}{\partial r} \right) = \frac{1}{D_{eff}} \frac{\partial C_A}{\partial t} \quad (1)$$

From Figure 2, this chart is graphical presentations of the solutions to the differential equation

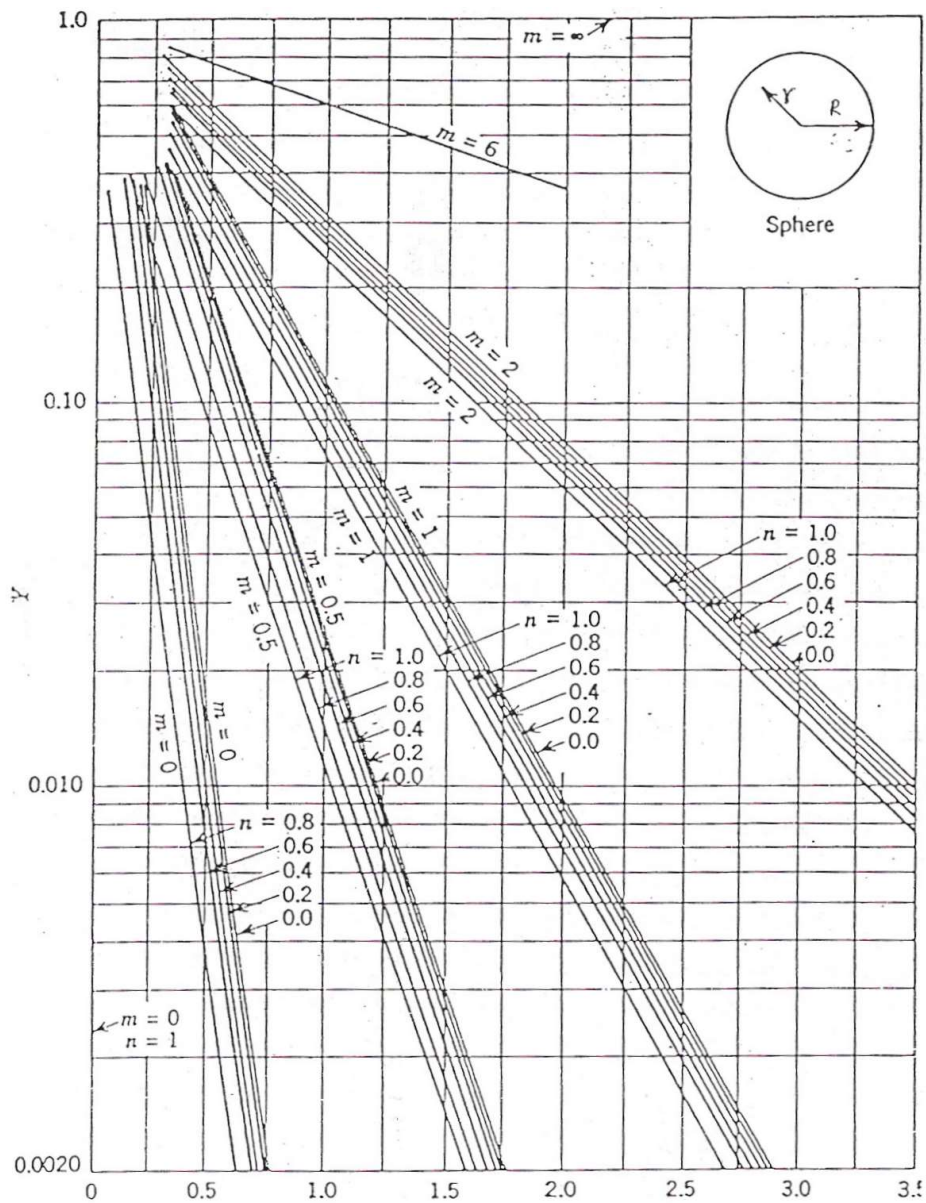


Figure 2 Unsteady-state transport in sphere

The solutions are presented as Y , the dependent variable representing unaccomplished concentration change, versus X , the independent variable representing dimensionless time. The relative resistance to mass transfer is described by “ m ”, an important parameter, and “ n ” is the parameter describing relative position

First, the unaccomplished concentration change, Y ,

$$Y = (C_{A1} - C_A) / (C_{A1} - C_{A0}) \quad (2)$$

where C_{A1} is the concentration (mass/volume) of coffee at the coffee particle surface that is in equilibrium with the coffee in the surrounding bulk fluid. Our analysis includes the

assumption that coffee concentration in the surrounding bulk fluid is negligible in comparison to the concentration inside the coffee particle, so C_{A1} may be set to zero. This assumption breaks down at long time, as C_A (mass/volume) goes toward zero, however. C_{A0} is the initial coffee concentration within the coffee particle at time zero. We have determined separately that the fraction of soluble mass in coffee particles of one particular brand to range from 0.45 to 0.50. Expressing the coffee particle density (actual, not bulk) as ρ_p , one can therefore use something like $0.48 \rho_p$ as C_{A0} , although it would be better to calibrate your coffee sample's soluble fraction by your own experimentation. This might depend on temperature, remember. If the fraction does turn out to be 0.48, we have:

$$Y = C_A / (0.48 \rho_p) \quad (3)$$

Second, the relative time, X :

$$X = D_{\text{eff}}(t/R^2) \quad (4)$$

where R is the radius of the coffee particle, assumed uniform, t is time, and D_{eff} is the "effective" diffusivity. R is measured either directly or with sieves.

Third, the relative resistance, m :

$$m = D_{\text{eff}} / (R \cdot k_c) \quad (5)$$

where the symbol k_c represents the mass transfer coefficient for transport from the outside of the particle into the bulk of the liquid phase. Note that the dimensions of this coefficient are those of speed, length/time. This parameter expresses the ratio of resistance outside the particle to that inside. Note that, as R is decreased (finer coffee particles) the resistance inside the particles decreases, on a relative basis.

Fourth, the relative position, n :

$$n = r/R \quad (6)$$

A value of $n = 0.80$ corresponds to a radial position containing equal volumes within this radius and in the annular shell outside. This would give you an estimate of the average concentration that should be sufficiently accurate for your purposes.

5. Conduct of Experiment

Independent Variables Except for the make of coffee, there are four principal independent variables in this experiment: particle radius, R ; temperature, T ; liquid flow rate, Q ; mass of coffee, M . All four variables are available for the percolation part. You will not have time to vary all these parameters.

Dependent Variable Your principal direct dependent variable is the concentration of solute in the water coming out of the percolation bed. This is monitored either a UV Spectrophotometer or a conductometer that has been calibrated by measurements on freeze-dried coffee dissolved in water at several concentrations:

$$C_c \text{ (g/ml)} = a * A + b \quad (7)$$

where C_c is the coffee concentration in the water and A is the absorbance of the sample reading as the intensity. Both parameters a and b are constant which relate to the range of coffee concentration.

Procedures

1. Weight 50 g of coffee and packed in Solid-Liquid Extraction unit.
2. Measure the volume flow rate.
3. Keep the coffee solutions in batch and measure their absorbance by spectrophotometer, set the wavelength to 610 nm.

6. Data Analysis

In order to use the unsteady-state charts to analyze your data, you need to know $C_A(t)$, the remaining concentration of solute within the coffee particles as a function of time. This must be calculated by subtracting the total coffee solute that has been leached from the particles. The product of C_c and water flowrate Q represents the instantaneous rate of solute removal from the particles. The integral of this product over time is the total amount of coffee solute that has been leached. Alternatively, you could measure the area under the curve of a plot of $C_c Q$ vs. time, t . From above, the coffee solute initially present in the bed of particles is

approximately $0.48M$, where M is the total mass of coffee initially in the bed. This allows you to calculate $C_A(t)$ to use in Equation (3).

7. Reference

1) Welty, J.R., Wicks, C.E. and R. E. Wilson, *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer*, 3rd ed., Wiley, New York (1984).

EXPERIMENT 8

Drying

Asst. Prof. Dr. Patthranit Wongpromrat

1. Objectives

- 1) To understand the components and a working principle of Tray dryer.
- 2) To understand the steps to gather the experimental data that will be used to plot drying curve and drying rate curve.

2. Theory

Drying is a process for reducing moisture or water content in materials. The material is heated so that water evaporates out of the material. Heating of material can be achieved by conduction, convection and radiation. Drying with hot air is considered as one of the most popular drying process in practice.

2.1. Mechanism of drying with hot air

Consider Figure 1, when air or hot air is brought into contact with the surface of wet solid, the heat from hot air is transferred to the surface of wet solid which has lower temperature by convection. This amount of heat evaporates some portion of the moisture. Water vapor transfers from the saturated surface of the material through an air film and carried over with hot air that has lower vapor pressure. During drying, heat and mass transfer occurs simultaneously.

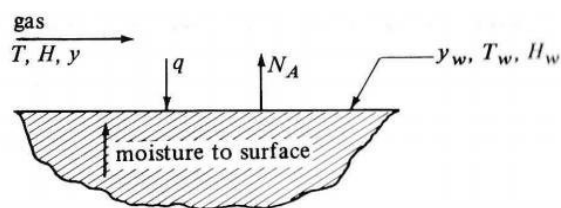


Figure 1 Heat and mass transfer in drying with hot air [1]

2.2 Tray Dryer

Tray dryer is one of the dryers that use hot air for drying. Tray dryer consists of the following main components (Figure 2)

- Fan, a device for moving air into contact with material
- Heater, to make hot air
- Trays, in which the wet material is placed.

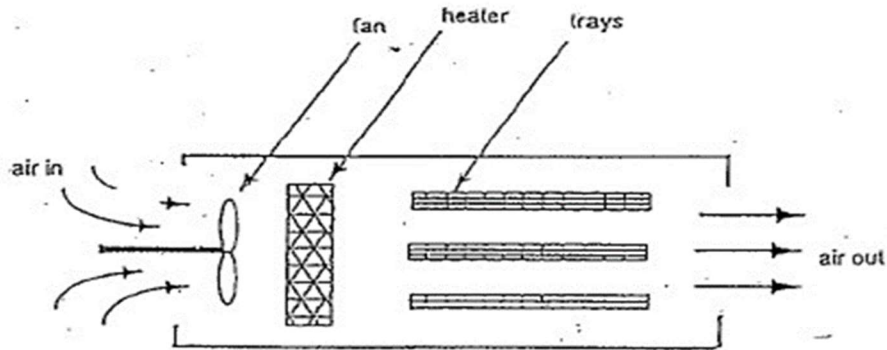


Figure 2 Tray Dryer

2.3 Properties of air and Humidity chart [1]

For drying with hot air, the air used is generally from the atmosphere. The concerning properties of air are as follows.

1) Humidity, H

The humidity of an air-water vapor mixture is defined as the kg of water vapor contained in 1 kg of dry air. Both air and water vapor are considered as ideal gas.

$$H = \frac{Kg_{H_2O}}{Kg_{dry\ air}} = \frac{18.02}{28.97} \times \frac{P_A}{P - P_A} \quad (1)$$

where, P_A partial pressure of water vapor in the air

P total pressure

18.02 molecular weight of water

28.97 molecular weight of air

For saturated air, the moisture in the air is equal to the saturated moisture (H_s).

$$H_s = \frac{18.02}{28.97} \times \frac{P_{AS}}{P - P_{AS}} \quad (2)$$

where, P_{AS} is the vapor pressure of pure water at the given temperature which can be obtained from a steam table.

2) Percentage humidity, H_p

The percentage humidity is defined as 100 times the actual humidity of the air divided by the humidity if the air were saturated at the same temperature and pressure.

$$H_p = 100 \times \frac{H}{H_s} \quad (3)$$

3) Percentage relative humidity, H_R , %RH

The amount of saturation of an air-water vapor mixture is also given as percentage relative humidity H_R using partial pressures:

$$H_R = 100 \times \frac{P_A}{P_{AS}} \quad (4)$$

4) Humid heat, C_s

Humid heat is the amount of heat in J required to raise the temperature of 1 kg of dry air plus the water vapor present by 1 K or 1°C.

$$C_s \text{ (kJ/kg dry air} \cdot \text{K)} = 1.005 + 1.88H \quad (5)$$

where, H is the humidity of air

5) Humid volume, V_H

Humid volume is the total volume in m^3 of 1 kg of dry air plus the vapor it contains at 101.325 kPa abs pressure and the given gas temperature.

$$V_H \text{ (m}^3\text{/kg dry air)} = \frac{22.41}{273} T \left(\frac{1}{28.97} + \frac{1}{18.02} H \right) \quad (6)$$

where, T is the temperature of air (K)

6) Total enthalpy, H_y

Total enthalpy is the total enthalpy of dry air plus the water vapor contained in that dry air.

$$H_y \text{ (kJ/kg)} = C_s(T - T_0) + H\lambda_0 \quad (7)$$

where T_0 is the reference temperature

λ_0 is the latent heat of vaporization at T_0 (from steam table)

7) Humidity chart

Humidity chart is a convenient chart of the properties of air-water vapor mixtures at 1.0 atm abs pressure (Fig.3)

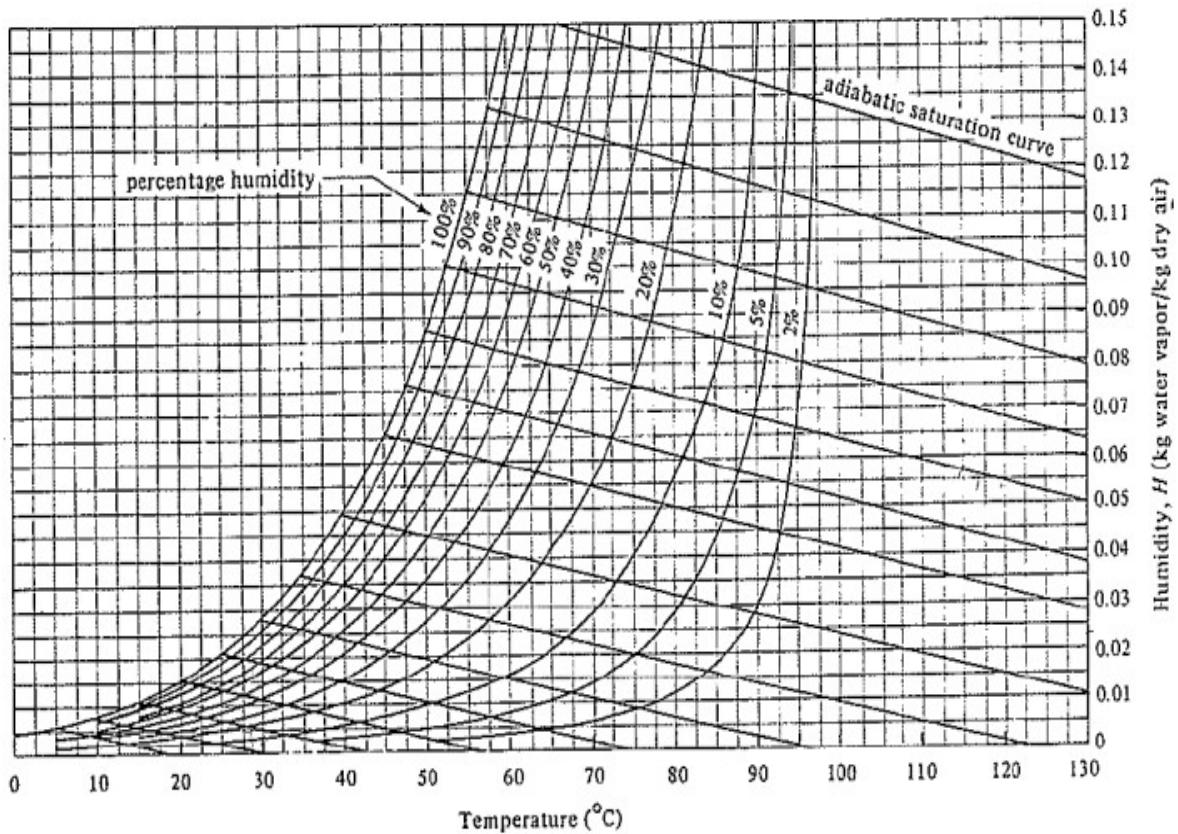


Figure 3 Humidity chart for air-water mixture [1]

2.4 Properties of wet materials

2.4.1 Moisture content

1. Moisture content (dry basis) is the relative moisture with respect to the weight of dry material.

$$MC = \frac{\text{weight of wet material} - \text{weight of dry material}}{\text{weight of dry material}} \quad (8)$$

2. Moisture content (wet basis) is the relative moisture with respect to the weight of wet material.

$$MC = \frac{\text{weight of wet material} - \text{weight of dry material}}{\text{weight of wet material}} \quad (9)$$

3. Free moisture content is the moisture above the equilibrium moisture content

$$\text{Free moisture content} = MC - MC_e \quad (10)$$

where MC is the moisture content at a given time

MC_e is the equilibrium moisture content

4. Moisture ratio is a relative moisture content, it can be expressed in various forms.

$$MR = \frac{MC}{MC_e} , \quad MR = \frac{MC}{MC_0} , \quad MR = \frac{MC-MC_e}{MC_0-MC_e} \quad (11)$$

where MC is the moisture content at a given time

MC_e is the equilibrium moisture content

MC_0 is an initial moisture content

2.4.2 Equilibrium moisture content

Equilibrium moisture content refers to the moisture content in the material when such material is in equilibrium with the hot air. At the equilibrium, the rate of moisture absorption is equal to the rate of moisture desorption. Hence, the drying rate is zero. Equilibrium moisture content depends on nature of materials, temperature and relative humidity of air which is in contact with the material.

2.4.3 Drying rate

1. Drying with varying contact area between material and hot air, the drying rate is given by

$$Drying\ rate = \frac{MC_{t+dt} - MC_t}{dt} \quad (12)$$

where MC_{t+dt} is the moisture content after time dt is passed

MC_t is moisture content at time t

dt is a period of time

2. Drying with constant contact area between material and hot air, the drying rate is given by

$$Drying\ rate = -\frac{L_s}{A} \cdot \frac{dMC}{dt} \quad (13)$$

where L_s is the weight of dry material

A is the area of material in contact with hot air

2.5 Drying curve and Drying rate curve [1]

2.5.1 Drying curve

Drying curve is a graph that shows the relationship between moisture content and time (Fig. 4). Drying time can be determined from a drying curve.

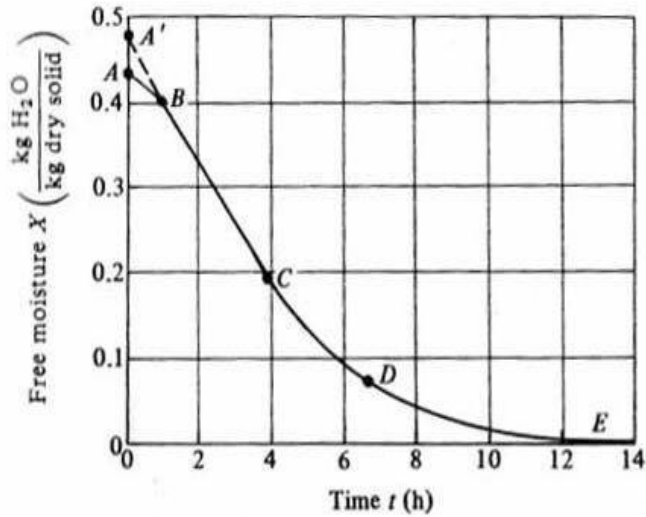


Figure 4 Drying curve [1]

2.5.2 Drying rate curve

Drying rate curve is a graph that shows the relationship between drying rate and time or between drying rate and moisture content. Fig. 5 is a typical drying rate curve that can be divided into 3 periods.

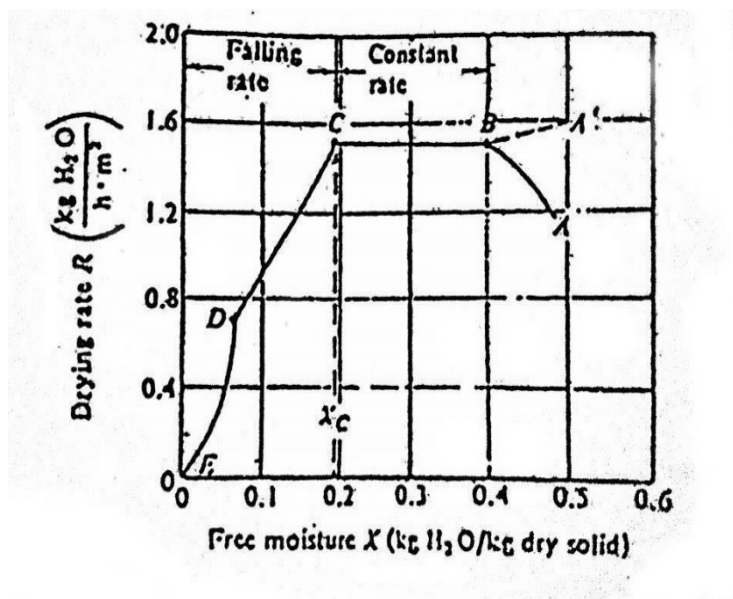


Figure 5 Drying rate curve [1]

1) Initial Adjustment Period

In the beginning the solid is usually at a colder temperature than its ultimate temperature, and the evaporation rate will increase. Eventually, at point B, the surface temperature rises to its equilibrium value. Alternatively, if the solid is quite hot to start

with, the rate may start at point A'. This initial unsteady state adjustment period is usually quite short and it is often ignored in the analysis of times of drying.

2) Constant Rate Period

In this period, the surface of the solid is initially very wet and a continuous film of water exists on the drying surface. This water is entirely unbound water and it acts as if the solid were not present. The rate of evaporation under the given air conditions is independent of the solid and is essentially the same as the rate from a free liquid surface. In drying of many natural materials, the constant rate period is often absent.

3) Falling Rate Period

Point C in Fig. 5 is at the critical free moisture content. At this point, there is insufficient water on the surface to maintain a continuous film of water. The entire surface is no longer wetted, and the wetted area continually decreases until the surface is completely dry.

3. Equipment and Materials

- 1) Tray dryer
- 2) Digital Anemometer
- 3) Wet and dry bulb thermometers (Psychrometer)
- 4) Balance
- 5) Stopwatch
- 6) Peeling and cutting tools
- 7) Vernier
- 8) Vacuum oven
- 9) Potato

4. Experimental Procedures

4.1 Preparation of drying air

- 1) Adjust the fan speed to obtain a desirable air speed at the outlet of the dryer, record the speed of air
- 2) Adjust the level of heating coil to obtain a desirable constant air temperature, record the value of air temperature

4.2 Loading of potato slices onto the drying tray

- 1) Peel and cut potato into thin slices, measure and record thickness of potato slices

2) Place the potato slices on the tray, spread to cover the whole area but do not overlap the slices

4.3 Drying

1) Weigh the tray that filled with potato slices, record the weight

2) Put the tray into the dryer by placing the tray on the support. Once done, start the timer.

3) Take out the tray to measure the weight every 10 minutes, record the weight.

Continue this step until the weight is constant. During the drying, you will

- measure and record the temperature of air at the inlet and outlet of a dryer every 30 minutes.

- measure and record wet and dry bulb temperatures of the ambient air every 30 minutes.

4) Take the tray out of the dryer. Put the potato slices in a container then

- measure and record the weight of an empty tray

- place the potato container into the vacuum oven and dry at the temperature around 65-70 °C for 24 hrs., then weigh and record the weight of potato in the container.

5. Data Analysis

1. Calculate the moisture content (dry basis) of potato at different time by using Eq. (8)

$$MC = \frac{\text{Wt. of wet solid} - \text{Wt. of dry solid}}{\text{Wt. of dry solid}}$$

2. Plot a drying curve

3. Calculate drying rate using Eq. (12)

$$\text{Drying rate} = \frac{MC_{t+dt} - MC_t}{dt}$$

4. Plot a drying rate curve

5. Data analysis and conclusion

6. Determine how many drying periods and specify what they are.

6. Reference

1) Geankoplis, C.J. 2003. **Transport Processes and Separation Process Principles.** 4th Ed. Singapore: Pearson Education International.

EXPERIMENT 9

Spray Dryer

Assoc. Prof. Dr. Prakob Kitchaiya

1. Background and Theory

Spray dryer is a unit that is used for drying fluids like liquid, emulsion, colloidal, or slurry solutions into dried porous powders by using hot gas, usually air. *Drying is conducted in spray dryer by sensible heat of hot gas being applied to evaporate solvent from drying fluids in a short time.* Therefore, it requires such a large temperature driving force between inlet hot gas and fine spray liquid droplets.

Configuration of spray dryer is shown in Figure 1. The solution is fed into an atomized nozzle by using a feed pump and being mixed with an inert gas (mostly air) forming fine droplets (smaller than 1 mm. diameter). The droplets enter the spray drying chamber in the cone shape and being mixed with applied hot air (temperature higher than 150°C) and dried instantaneously within *seconds* inside the drying chamber. Dried particles are separated from air by cyclone and the remaining smaller particles are removed from exhaust air by scrubber, filter, or electrostatic precipitator.

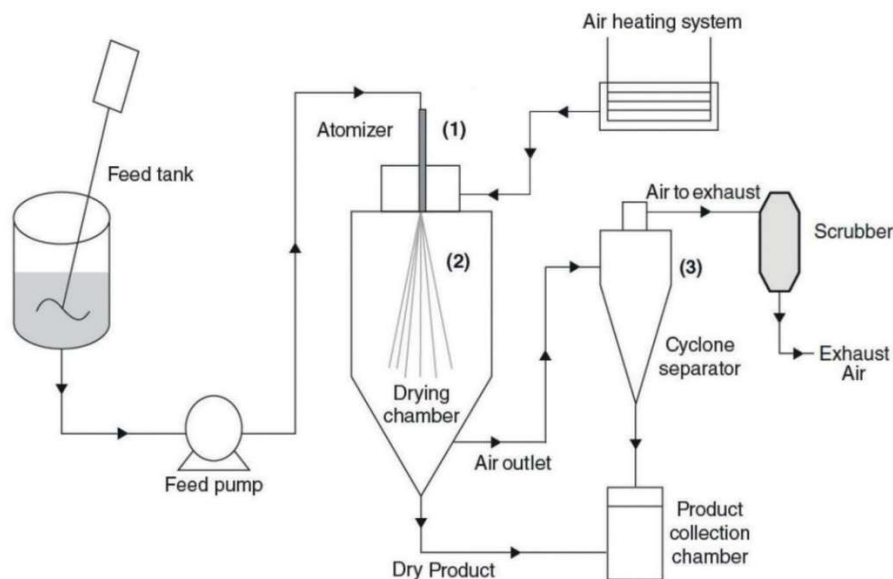


Figure 1. Spray dryer system and process mechanism (1) Atomization (2) Droplets to particles formation (3) Particles collection

(From Spray Drying: An Overview - <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72247>)

Typical droplet formation by rotary or nozzle atomizer in spray dryer is depicted in Figure 2. In rotary atomizers [Fig.2 (a)], the feed is applied at a central inlet and leaves the high speed rotating atomizer by centrifugal energy through the small orifices, forming a spray of droplets. For nozzle atomizers [Fig. 2(b)], potential energy of liquid feed under air pressure is converted to kinetic energy and the feed issues from the nozzle orifice as a high-speed unstable stream that disintegrates into a cone spray of droplets. Mechanistic droplet formation and particle drying stages are shown in Figure 3. Liquid droplet is dried to smaller droplet in the first stage. It is further dried to a solid crust particle and finally forming a porous dried solid particle. When the partial pressure of moisture vapor at the particle core overcomes the ambient pressure, it may form bubble inside the particle.

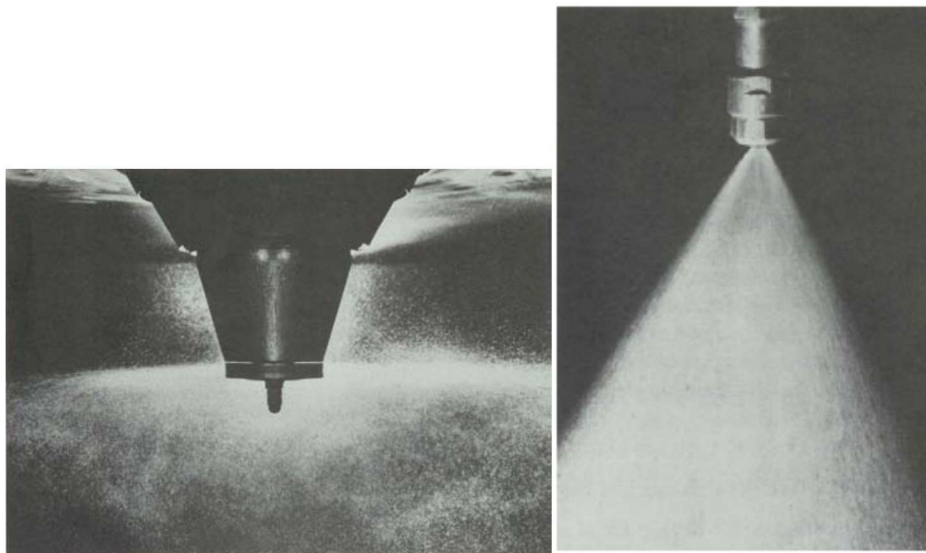


Figure 2. Typical feed atomization (a) rotary vaned-wheel atomizer, (b) pressure nozzle (From Masters, K. Spray Drying. An Introduction to Principles, Operation Practice and Applications, Leonard Hill Books, 1972)

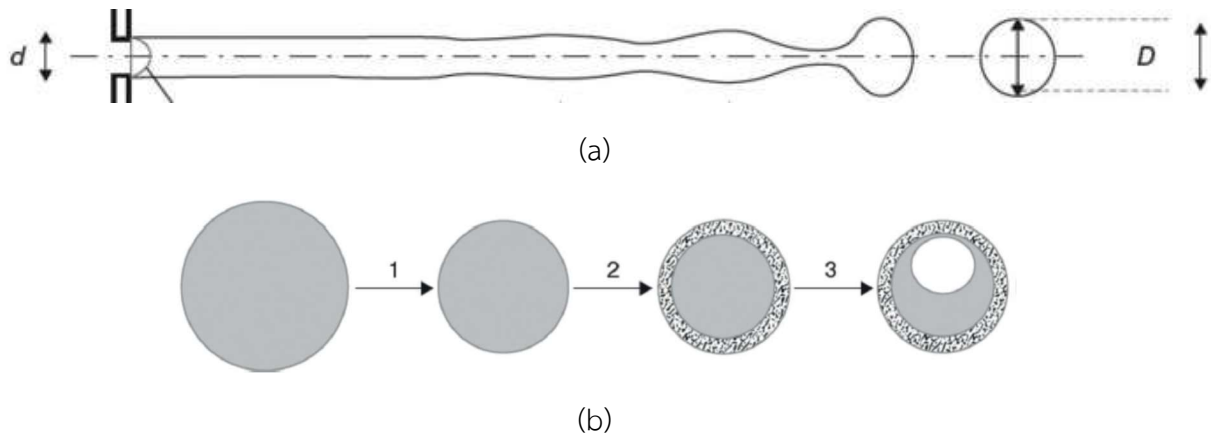


Figure 3. Droplet to particle formation inside drying chamber (a) Droplet formation from a nozzle exit (b) Droplet changes to particle

(From Spray Drying: An Overview - <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72247>)

Kinetics presentation of drying and geometry change as a theoretical drying curve of three-stage droplet drying is shown in Figure 4. Droplet formation is followed by initial heat up step of the droplets from A to B or 0 to 1. The first drying stage from B to C or 1 to 2, there is evaporation at a constant rate period and droplets are dried quickly at wet bulb temperature while the droplet diameter decreases. When it reaches a critical moisture value, the drying rate begins to fall and there is a climb of particle temperature. It forms a solid crust from the droplet surface towards its center and the droplet turns into a wet particle. This stage is a first stage of drying in the falling rate period with a shrinking core model. When the porous particle solid is fully formed and a small amount of moisture remains only in particle capillaries, the third final stage of drying is beginning. At this stage, additional resistance to the moisture removal arises due to capillary and binding forces, which results in a slower drying rate.

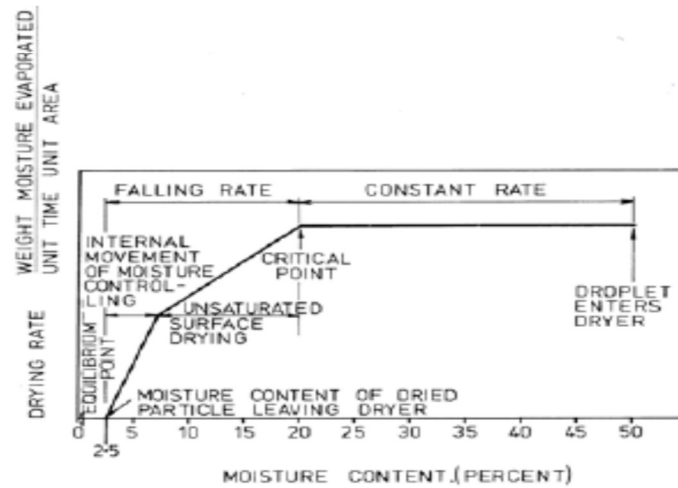
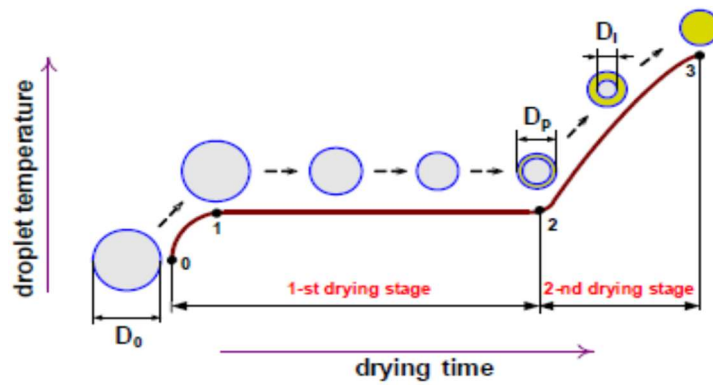
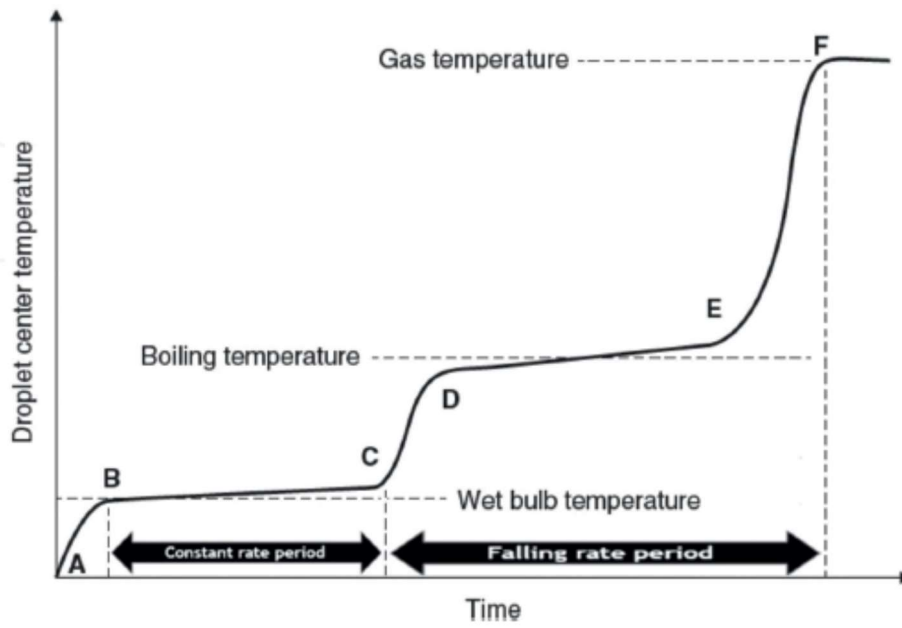


Figure 4. Droplet and particle temperature and geometric kinetics

(From Spray Drying: An Overview - <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72247> and Drying of Slurries in Spray Dryers, by Maksim Mezhericher, Ph.D. Thesis, 2008)

Spray drying is applied for drying pharmaceuticals, foods, dairy products, blood plasma, numerous organic and inorganic chemicals. Table 1 - 4 show some application of spray drying process and typical air inlet and outlet temperatures.

Table 1: Foodstuffs (BÜCHI Labortechnik AG, 2002)

Product	Inlet °C	Outlet °C	Spray concentration %
Baby food	160	95	40
Beer	180	108	
Casein	150	90	6
Yeast	95	55	60
Krill	180	80	10
Lactose	160	105	30
Low-fat milk	174	102	50
Corn starch	130	70	40
Milk	110	70	15
Whey	180	80	6 /45
Soyabean extract (suspension)	130	75	80
Tofu	110	60	17

Table 2: Aromas, cosmetics, cleaners and detergents (BÜCHI Labortechnik AG, 2002)

Product	Inlet °C	Outlet °C	Spray concentration %
Valerian extract	150	100	25
Beer concentrate	150	110	30 - 40
Chicory extract	130	75	38
Pine bark extract	120	85	4
Chestnut extract	200	130	20
Metal soap	165	122	60
Microfoam beads	160	114	3
Sodium citrate	160	90	20
Sodium orthophosphate	180	110	40
Olive leaf extract	150	90	36
Liquorice extract	100	75	36
Detergent	200	110	40
Fabric softener	125	75	20
Xanthane mixture	130	70	-
Zeolite	180	120	10

Table 3: Medical and pharmaceutical products (BÜCHI Labortechnik AG, 2002)

Product	Inlet °C	Outlet °C	Spray concentration %
Albumin	110	60	5
Lyophilized anti-progesterone serum	80	60	1
Blood plasma	180	100	5
Dextran	154	120	20
Enzymes / coenzymes	80	55	12
Fructose-amino acid compounds	180	80	37
Galactomannan	200	115	5
Gelatin capsule dispersions	105	80	20
Glucose / amino acid compounds 1:1	130	80	10
Mannitol with enzymes	100	55	15
Combination vaccines	190	140	-
Organ extracts with tetra-Na-diphosphate 1 : 0,43	150	88	11
Peptides	110	70	2
Vitamin A + E / gelatin-emulsion	100	55	-
Cell suspension (bacteria cultures)	90	60	ca. 50

Table 4: Chemical products (BÜCHI Labortechnik AG, 2002)

Product	Inlet °C	Outlet °C	Spray concentration %
Acrylamide	125	69	50
Albigen	180	90	10
Ammonium chloride	180	75	20
Ammonium nitrate	180	100	20
Lead oxide	150	90	—
Calciumhydrogen citrate	200	110	50
Calcium carbonate	220	100	10
Calcium phosphate	190	100	—
Dicalcium phosphate	170	90	20
Disodium phosphate	200	140	50
Dispersion dyes	150	95	20
Iron oxide	170	125	—
Pigments	130	110	36
Glass powder	120	90	20
Latex rubber	120	70	20
Indigo-sodium sulfate compound	150	90	30
Potassium hydrogen citrate	200	110	50
China clay	180	130	33
Various ceramics	150	120	46
Synthetic glues	100	70	20
Latex	160	90	31
Lignin	130	55	7/4
Magnesium phosphate	120	90	15
Melamine resin	120	80	—
Metal oxide	210	135	—
Sodium citrate	160	90	20
Sodium orthophosphate	180	110	40
Sodium sulfite	180	90	20
Ceramic oxide	100	80	26
Phenolic resin	135	105	50
Polyacrylamide	204	111	3
PVC-latex	160	90	31
Clay suspension	200	100	1,2
Peat extract	120	80	1,5
Vinyl acetate polymer	90	50	25
Zeolite	180	120	10
Tin oxide	230	170	—
Zirconium oxide	180	100	—

Details of process parameters, such as feed flow rate, viscosity, and concentration, atomization gas pressure, and inlet drying gas temperature and flow rate are discussed in Spray Drying: An Overview - <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72247> and concluded in Table 2 of this reference.

2. Experimental

In this experiment, you are going to feed a solution into spray dryer. You need to record the weight and concentration of the prepared feed, hot air inlet and outlet temperatures. In addition, you will record the inside temperatures of the spray dryer at steady state condition and the pressure of the compressed air supplied to the atomizer. After

completing the experimental work, record the time required for the drying process and weigh the collected particle sample. Note the power usage of heaters.

Description of the laboratory spray dryer

An atomizer is installed in the dryer upper part. Liquid feed is pumped from a feed tank by a diaphragm pump to atomizer. Drying air is heated in a battery of electric heaters from room temperature to a required temperature. A high pressure blower draws the air from the heater inlet flow through the whole system and discharges at the blower outlet. Dry product and drying air are separated in a cyclone. Powders fall to a glass bottle at the bottom of the cyclone.

Spray dryer start-up

1. Prepare the required amount of feed.
2. Switch on the main power switch.
3. Switch on the blower (**Be careful! do not turn the heater on while blower is off**).
4. Switch on manually (1, 2, 3 or 4) the number of electrical heaters until it reaches the required hot air inlet temperature.
5. Set the diaphragm pump flow rate by speed and stroke control and set the atomized air pressure.
6. Check the cone shape of spray outside the drying chamber before install the atomizer on the upper cover.
7. Starting collecting data and time.

Measured values

Starting feed time (e.g., 9.30 a.m.)
Feed flow rate (kg/s) =
Feed liquid concentration (dry mass) (%) =
Dried powder moisture (%) =

Air inlet pressure at atomizer	(kg/cm ²) =	
Lab air temperature	(°C) =	
Lab air specific moisture	(kg water/kg dried air) =	
Hot drying air inlet temperature	(°C) =	
Drying air outlet temperature	(°C) =	
Drying air outlet velocity	(m/s) =	
Drying air outlet pipe diameter	(m) =	
End of feed time (e.g., 10.00 a.m.)	
Drying time (at steady state)	(seconds) =	
Amount of drying air	(kg/s) =	
Energy consumption for drying air heaters	(kW) =	
Spray dryer size	D (m) =	H (m) =

Spray dryer shutdown

1. Switch off feed pump and heaters, and close the valve of the atomized air.
2. Wait until the hot air inlet temperature decreases to 60 °C (**Be careful of a danger of hot heaters damage**) before switch off the blower
3. Switch off the main power.
4. Open the dryer and collect all the dried product and weight.
5. Clean the drying chamber and cyclone (**Be careful! do not let water to flood into the blower**)

3. Report

The following questions must be explained in the results and discussion.

1. Draw the process block diagram (PBD) and process flow diagram (PFD) for the spray drying system. Showing the material and energy balances.
2. Using the temperature measured during the experiment, calculate the performance of spray drying which is measured in terms of thermal efficiency. If the drying process is assumed to be adiabatic, the overall thermal efficiency (η_{overall}) can be estimated as

$$\eta_{\text{overall}} = \left(\frac{T_{\text{Ai}} - T_{\text{Ao}}}{T_{\text{Ai}} - T_{\infty}} \right) \times 100\%$$

where T_{Ai} and T_{Ao} are the inlet and outlet air temperatures, respectively and T_{∞} is the ambient air temperature.

3. Discuss the results and give some suggestion of modification of the existing spray dryer to increase the product yield.

EXPERIMENT 10

Packed Bed Reactor

Assoc. Prof. Dr. Duangkamol Na-Ranong

(I) Related chemical reactions:

1. Saponification: The main reaction occurring in a PBR.

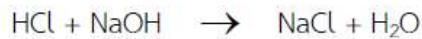


$$\text{Rate equation: } -r_A = kC_A^\alpha C_B^\beta$$

In the case that $C_{A0} = C_{B0}$, the equation is expressed as

$$-r_A = kC_A^{(\alpha+\beta)} = kC_{A0}^{(\alpha+\beta)} (1-X)^{(\alpha+\beta)}$$

2. Acid-Base Titration: To determine amount of the unconsumed NaOH.



(II) Experimental

Chemicals

1. NaOH solution: 0.06 M
2. EtOAc solution: 0.06 M
3. HCl solution: 0.03 M

Procedure

1. Prepare solutions of NaOH, EtOAc and HCl.

Solution	Concentration [M]	Volume [ml]
NaOH	0.06	3,000
EtOAc	0.06	3,000
HCl	0.03	150

2. Pour 2 ml of HCl solution to Erlenmeyer flask (50 ml, 6 flasks).
3. To estimate void volume of the reactor, feed water into the reactor using a pump.
($V = \underline{\hspace{2cm}}$ ml)

4. Start each pump to feed water into the reactor with the volumetric flow rate of 100 ml/min. Read the values of speed and stroke of each pump.
5. Calculate space time of the reactor ($\tau = \text{_____ min}$).
6. Prepare feed tanks of NaOH and EtOAc solutions (4,000 ml for each).
7. To start the reaction, start the pumps to introduce NaOH and EtOAc solutions into the reactor with equivalent volumetric flowrates.
8. At time $t = \tau, 2\tau, 3\tau, 4\tau, 5\tau$ and 6τ , take 5 ml of solution at the outlet of the reactor and pour it into the Erlenmeyer flask prepared in (2). To stop the reaction, shake the Erlenmeyer flask immediately.
9. Add 1-2 drops of phenolphthalein solution in the Erlenmeyer flask.
10. To calculate the concentration of HCl in the flask, titrate the sample in the Erlenmeyer flask with NaOH solution. Calculate the amount of the unreacted NaOH.
11. Repeat the experiment at the space time of 2τ .
12. To clean the reactor and pumps, feed 4,000 ml of tap water into the reactor using both pumps.

(III) Result

	1 st Run: $\tau = \text{_____ min}$		2 nd run: $\tau = \text{_____ min}$	
time (t) (min)	Volume of NaOH		Volume of NaOH	
	Titration [ml]	Unreacted [mol/l]	Titration [ml]	Unreacted [mol/l]
τ				
2τ				
3τ				
4τ				
5τ				
6τ				

(IV) Calculation and discussion

1. Plot graph to show the relation between X_{NaOH} and t . From this graph, read the time to reach the steady state.
2. Assuming that the rate of reaction is first order with respect to C_A and C_B ($-r_A = kC_A C_B$), derive the equation expressing the relation between τ and X .
3. Compare the relations between $\tau_1 - X_1$ and $\tau_2 - X_2$ obtained from experiment with the one calculated from an ideal PBR model. Discuss the deviation of this PBR reactor from an ideal packed bed reactor based on the comparison.

EXPERIMENT 11

Level Control

Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Kraiwattanawong

1. Objective

To understand the conceptual process control through level control equipment

2. Principle and Theory

Many industries such as food and beverage factories, refinery plants, petrochemical plants, and chemical plants can be continuously operated by the automatic control systems. The industries need to accurately control to receive the desired products with high yield, optimum conversion or less pollutant. As chemical and petrochemical engineers who design production processes, they are needed to communicate with automatic engineers to construct the processes as design to work well. Therefore, the chemical and petrochemical engineers should know the basic concept of process control.

In every process, the process variables (such as level, flow, temperature, pressure, conductivity, pH and vibration) in a unit operation or a process are monitored, and these variables are used to control each unit operation. In industrial scale, the process control system is complicated; therefore, the chemical and petrochemical engineers are required to communicate with the automatic engineers to set up the process control system. If the chemical and petrochemical engineers design the process, but they determine an unsuitable or wrong variable to control a unit operation, the process may be troublesome. However, in this experiment, the basic process control or the level control is introduced.

Figure 1 exhibits a level process system with the level control system. In the level process, a pump will make a flow of water into the level tank. At the same time, a ball valve V1 connected under the level tank allows the water flowing out from the tank. Thus, the level can be controlled, if the rate of water inlet is equal to the rate of water outlet. Note that the water pump is connected another pipe as a by-pass system. When the ball valve V2 is closed (no water flow), the inlet of water flow rate is maximum. In contrast, if the ball valve V2 is open more or less, the inlet of water flow rate is decreased.

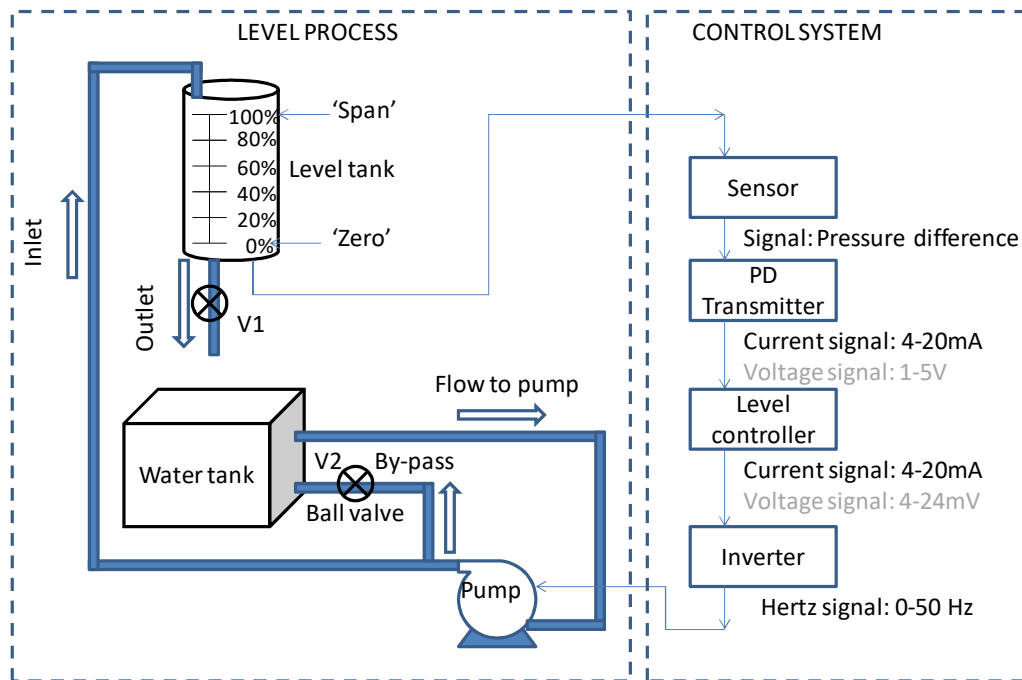


Figure 1 One tank level process with level control system

In the control system, the control system is composed of a sensor, a transmitter, a controller and an actuator (pump). Note that the water pump needs the Hertz signal to control. The inverter is required for this reason. The sensor is functioned to measure a process variable (the level). In this experiment, the sensor measures the level so-called a level sensor. The sensor herein transfers the pressure difference as the signal to the level transmitter. The level transmitter will change the sensor signal to a standard signal such as a voltage (1-5V) or a current signal (4-20mA). The standard signal is used to let the electronic level controller being able to specify the level in the level tank. The automatic level controller always has a set point which is the target of level process. For example, if the tank is high 10 meters and the desired level is 6 meters. Herein the set point of this level control is 6 meters (Sometimes we may use the percentage as the set point; hence, the set point is 60%). The level controller will try to control the level around the set point by commanding the water pump (so-called an actuator) to increase or decrease the water flow rate. However, in this experiment, the controller transfers the input signal to the inverter which can be functioned as a controller. The inverter receives the input signal in the current signal and transfers the output signal in the term of frequency between 0 Hz and 50 Hz since the speed of water pump can be controllably driven by current frequency (Fixing the voltage input).

Note that this experiment is designed to basically understand the process control through the level control.

3. Chemicals

Reverse-osmosis water

4. Equipment

- 1) The set of level control experiment
- 2) Screw driver
- 3) Dry cloth
- 4) Siphon hand pump

5. Experiment Procedure:

A. Setting of zero and span for transmitter

- 1) Switch on the power supply box and press the green button. Open the V2 valve around 50%
- 2) To set zero level, close the V1 valve off and fill the water in the tank above the lowest level of the tank (zero level) by pressing 'Run' of the inverter. Press 'Stop' of the inverter after the water level is above the zero level. Then drain the water by opening V1. Wait until the level is stopped and then close V1 off.
- 3) Use the screw driver to adjust the lowest level as zero.
- 4) To set the span level, fill the water in the tank above the highest level (span level) by pressing 'Run' of the inverter. Press 'Stop' of the inverter after the water level is above the span level. Then drain the water by opening V1. Wait until the level is at span level and then close V1 off.
- 5) Use the screw driver to adjust the highest level as span.

B. Control of level when the pump is fully operated and fully open V1.

- 1) Set the water level at the zero level. Set the set point at 40%. Close V2 off to make the pump fully operated. Then fully open V1.
- 2) Use your mobile phone to function as a video recorder to investigate the change of level with time. Press 'Run' of the inverter and record the change of level suddenly. Investigate the level change.
- 3) If the level is stable or the level fluctuation is repeatable, stop the video recorder and press 'Stop' of the inverter. Note that the time record should not more than 5 minutes.

C. Controlling of level when the pump is operated around 50% and fully open V1.

- 1) Set the water level at the zero level. Set the set point at 40%. Open V2 around 50%. Then fully open V1.
- 2) Use your mobile phone to function as a video recorder to investigate the change of level with time. Press 'Run' of the inverter and record the change of level suddenly. Investigate the level change.
- 3) If the level is stable or the level fluctuation is repeatable, stop the video recorder and press 'Stop' of the inverter. Note that the time record should not more than 5 minutes.

D. Controlling of level when the pump is operated around 50% and open V1 about 50%.

- 1) Set the water level at the zero level. Set the set point at 40%. Open V2 around 50%. Then open V1 about 50%.
- 2) Use your mobile phone to function as a video recorder to investigate the change of level with time. Press 'Run' of the inverter and record the change of level suddenly. Investigate the level change.
- 3) If the level is stable or the level fluctuation is repeatable, stop the video recorder and press 'Stop' of the inverter. Note that the time record should not more than 5 minutes.

E. Investigating the level control be the change of the set point

- 1) From B.-D., select a part to study and let the level becomes stable.
- 2) Start the video recorder.
- 3) Change the set point from 40% to 70% and wait the process until constant.
- 4) Change the set point from 70% to 40% and wait the process until constant.
- 5) Press 'Stop' of the inverter. Press the blue button and switch the power off.
- 6) Stop the video recorder.
- 7) Drain water from the level tank and the water tank.

6. Report

Plot the level with time for Part B. to Part E. in the same figure and discuss the results.

7. Questions

- 1) What is the best part to control the level in the tank? Why does it work well? Please explain your idea.
- 2) By the change of level in Part F., how is the difference between the lag time for the increase route and the lag time for the decrease route? Please explain.

8. References

- 1) Bookclubman. 2016. Control Value. [Online]. Available : <http://www.bookclubman.com/Control%20Value%20sample%20file-1.htm>
- 2) วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. 2550. การวัดและควบคุมกระบวนการ .กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.