

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2560

ชื่อหลักสูตร

ภาษาไทย: หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ
 ภาษาอังกฤษ: Bachelor of Engineering Program in Materials Engineering

ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ภาษาไทย: ชื่อเต็ม วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมวัสดุ)
 ชื่อย่อ วศ.บ. (วิศวกรรมวัสดุ)
 ภาษาอังกฤษ: ชื่อเต็ม Bachelor of Engineering (Materials Engineering)
 ชื่อย่อ B.Eng. (Materials Engineering)

หลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 147 หน่วยกิต

โครงสร้างหลักสูตร			
1) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	ไม่น้อยกว่า	30	หน่วยกิต
1.1 กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	ไม่น้อยกว่า	6	หน่วยกิต
1.2 กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
1.3 กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร		13	หน่วยกิต
1.4 กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก	ไม่น้อยกว่า	5	หน่วยกิต
1.5 กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
2) หมวดวิชาเฉพาะ	ไม่น้อยกว่า	111	หน่วยกิต
2.1 วิชาเฉพาะพื้นฐาน	ไม่น้อยกว่า	48	หน่วยกิต
- กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์		21	หน่วยกิต
- กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม		27	หน่วยกิต
2.2 วิชาเฉพาะด้าน	ไม่น้อยกว่า	63	หน่วยกิต
- กลุ่มวิชาบังคับทางวิศวกรรม		47	หน่วยกิต
- กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรม	ไม่น้อยกว่า	16	หน่วยกิต
3) หมวดวิชาเลือกเสรี	ไม่น้อยกว่า	6	หน่วยกิต

รายวิชา

1) หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	ไม่น้อยกว่า	30	หน่วยกิต
1.1 กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข	ไม่น้อยกว่า	6	หน่วยกิต
01175xxx กิจกรรมพลศึกษา (Physical Education Activities)			1(0-2-1)
และให้เลือกรเรียนจากรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข อีกไม่น้อยกว่า 5 หน่วยกิต			
1.2 กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
ให้เลือกรเรียนจากรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต			
1.3 กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร			13 หน่วยกิต
01999021 ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร (Thai Language for Communication)			3(3-0-6)
01355xxx ภาษาอังกฤษ สารสนเทศ/คอมพิวเตอร์			9(-) 1(-)
1.4 กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก	ไม่น้อยกว่า	5	หน่วยกิต
01999111 ศาสตร์แห่งแผ่นดิน (Knowledge of the Land)			2(2-0-4)
และให้นิสิตเลือกรเรียนจากรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระพลเมืองไทยและ พลเมืองโลก อีกไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต			
1.5 กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	ไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
ให้นิสิตเลือกรเรียนจากรายวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต			
2) หมวดวิชาเฉพาะ	ไม่น้อยกว่า	111	หน่วยกิต
2.1 วิชาเฉพาะพื้นฐาน	ไม่น้อยกว่า	48	หน่วยกิต
- <u>กลุ่มวิชาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์</u>		21	หน่วยกิต
01403114 ปฏิบัติการหลักรวมเคมีทั่วไป (Laboratory in Fundamental of General Chemistry)			1(0-3-2)
01403117 หลักรวมเคมีทั่วไป (Fundamental of General Chemistry)			3(3-0-6)
01417167 คณิตศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mathematics I)			3(3-0-6)

01417168	คณิตศาสตร์วิศวกรรม II (Engineering Mathematics II)	3(3-0-6)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III (Engineering Mathematics III)	3(3-0-6)
01420111	ฟิสิกส์ทั่วไป I (General Physics I)	3(3-0-6)
01420112	ฟิสิกส์ทั่วไป II (General Physics II)	3(3-0-6)
01420113	ปฏิบัติการฟิสิกส์ I (Laboratory in Physics I)	1(0-3-2)
01420114	ปฏิบัติการฟิสิกส์ II (Laboratory in Physics II)	1(0-3-2)
	- กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม	27
		หน่วยกิต
01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรมมิ่ง (Computers and Programming)	3(2-3-6)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น (Introduction to Electrical Engineering)	3(3-0-6)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I (Electrical Engineering Laboratory I)	1(0-3-2)
01206221	ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร (Applied Probability and Statistics for Engineers)	3(3-0-6)
01208111	การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)	3(2-3-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I (Engineering Mechanics I)	3(3-0-6)
01208281	การฝึกงานโรงงาน (Workshop Practice)	1(0-3-2)
01208381	ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล I (Mechanical Engineering Laboratory I)	1(0-3-2)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร (Materials Science for Engineers)	3(3-0-6)

01213217	อุณหพลศาสตร์ของวัสดุ (Thermodynamics of Materials)	3(3-0-6)
01213311	กระบวนการผลิตสำหรับวิศวกรวัสดุ (Manufacturing Processes for Materials Engineers)	3(3-0-6)
2.2	วิชาเฉพาะด้าน	ไม่น้อยกว่า
	- <u>กลุ่มวิชาบังคับทางวิศวกรรม</u>	63
		หน่วยกิต
		47
		หน่วยกิต
01206322	การควบคุมคุณภาพ (Quality Control)	3(3-0-6)
01206272	ความปลอดภัยในอุตสาหกรรม (Industrial Safety)	3(3-0-6)
01213212	หลักมูลของวัสดุอนินทรีย์ (Fundamental of Inorganic Materials)	4(4-0-8)
01213213	หลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ (Principle Chemistry for Organic Materials)	4(4-0-8)
01213214	ปฏิบัติการหลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ (Principle Chemistry Laboratory for Organic Materials)	1(0-3-2)
01213216	พฤติกรรมทางกลของวัสดุ (Mechanical Behavior of Materials)	4(4-0-8)
01213218	หลักของเทคนิคการศึกษาลักษณะเฉพาะ (Principle of Characterization Techniques)	3(3-0-6)
01213219	ปฏิบัติการการศึกษาและการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะ สมบัติของวัสดุ (Materials Characterization and Properties Analysis Laboratory)	1(0-3-2)
01213312	ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปวัสดุ (Materials Processing Laboratory)	1(0-3-2)
01213313	จลนพลศาสตร์และปรากฏการณ์การถ่ายโอนของวัสดุ (Kinetics and Transport Phenomena in Materials Engineering)	4(4-0-8)
01213314	การวิเคราะห์ความวิบัติและการป้องกัน (Failure Analysis and Prevention)	3(3-0-6)
01213315	การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับอุตสาหกรรมวัสดุ (Facility Design for Materials Industry)	3(3-0-6)
01213316	อุตสาหกรรมวัสดุในประเทศไทย (Materials Industry in Thailand)	1(0-3-2)

01213395	การเตรียมการข้อเสนอโครงการวิจัย (Research Proposal Preparation)	1(0-3-2)
01213411	การคัดเลือกวัสดุและการออกแบบทางวิศวกรรม (Materials Selection and Engineering Design)	3(3-0-6)
01213412	การจัดการการผลิตในอุตสาหกรรมวัสดุ (Production Management for Materials Industry)	3(3-0-6)
01213413	ปฏิบัติการออกแบบผลิตภัณฑ์และวางแผนการผลิต (Product Design and Production Planning Laboratory)	1(0-3-2)
01213497	สัมมนา (Seminar)	1
01213499	โครงงานวิศวกรรมวัสดุ (Materials Engineering Project)	3(0-9-5)

- กลุ่มวิชาเลือกทางวิศวกรรม ไม่น้อยกว่า 16 หน่วยกิต

เลือกลงทะเบียน 1 รายวิชาในกลุ่มวิชาเสริมทักษะความสามารถในการทำงาน และเลือกเรียนรายวิชาในกลุ่มวิชาต่างๆ ดังต่อไปนี้

- กลุ่มสาระเสริมทักษะความสามารถในการทำงาน

01213399	การฝึกงาน (Internship)	1
01213490	สหกิจศึกษา (Co-operative Education)	7
- <u>กลุ่มสาระเทคโนโลยีการผลิตวัสดุ</u>		
01213421	โลหกรรมกายภาพ (Physical Metallurgy)	3(3-0-6)
01213422	โลหกรรมเชิงเคมี (Chemical Metallurgy)	3(3-0-6)
01213423	การขึ้นรูปและการหล่อโลหะ (Forming and Casting of Metals)	3(3-0-6)
01213424	โลหกรรมเชิงผง (Powder Metallurgy)	3(3-0-6)
01213425	เทคโนโลยีการบำบัดพื้นผิว (Surface Treatment Technology)	3(3-0-6)

01213426	วิศวกรรมโลหะผสม (Alloys Engineering)	3(3-0-6)
01213427	การกัดกร่อน (Corrosion)	3(3-0-6)
01213428	การเปลี่ยนแปลงเฟสในกระบวนการทางโลหะ (Phase Transformations in Metal Processing)	3(3-0-6)
01213431	เซรามิกเบื้องต้น (Introduction to Ceramics)	3(3-0-6)
01213432	การแปรรูปเซรามิก (Ceramic Processing)	3(3-0-6)
01213433	เทคโนโลยีของแก้วและสารเคลือบ (Technology of Glass and Glaze)	3(3-0-6)
01213441	หลักมูลของวัสดุพอลิเมอร์ (Fundamental of Polymeric Materials)	3(3-0-6)
01213442	เทคโนโลยียาง (Rubber Technology)	3(3-0-6)
01213444	การแปรรูปพอลิเมอร์และวิทยากระแส (Polymer Processing and Rheology)	3(3-0-6)
01213445	เส้นใยพอลิเมอร์ (Polymeric Fiber)	3(3-0-6)
01213454	หลักการของกระบวนการผลิตไมโครอิเล็กทรอนิกส์ และระบบไมโคร (Principles of Microelectronic and Microsystem Fabrications)	3(3-0-6)
01213455	วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้า แม่เหล็ก แสง (Electromagneto optic Materials and Devices)	3(3-0-6)
01213456	วัสดุขั้นสูงในบรรจุภัณฑ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ และกระบวนการผลิตประกอบ (Advanced Materials in Microelectronic Package and its Assembly Processes)	3(3-0-6)
01213461	โลหะกรรมของการเชื่อมและการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Welding Metallurgy and Non-destructive Testing)	3(3-0-6)
01213462	การศึกษาลักษณะเฉพาะของวัสดุพอลิเมอร์ (Polymeric Materials Characterization)	3(3-0-6)

01213463	การวิเคราะห์การเลี้ยวเบนและพื้นผิวด้วยเครื่องมือ (Instrumental Analysis of Diffraction and Surface)	3(3-0-6)
01213465	โลหะวิทยาสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ (Metallurgy for Automotive Industry)	3(3-0-6)
- <u>กลุ่มสารระงับวัตรกรรมวัสดุและพลังงาน</u>		
01213434	นวัตกรรมตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับอุตสาหกรรม (Innovative Catalysts for Industry)	3(3-0-6)
01213435	วัสดุอิเล็กทรอนิกส์เซรามิก (Electroceramic Materials)	3(3-0-6)
01213436	เซรามิกตัวนำ (Conductive Ceramics)	3(3-0-6)
01213437	เซรามิกวิศวกรรม (Engineering Ceramics)	3(3-0-6)
01213443	วัสดุพอลิเมอร์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (Polymeric Materials Form Petrochemical Industry)	3(3-0-6)
01213446	การสังเคราะห์และการดัดแปรพอลิเมอร์ (Polymer Synthesis and Modification)	3(3-0-6)
01213451	วัสดุประกอบ (Composite Materials)	3(3-0-6)
01213452	วัสดุชีวภาพเบื้องต้น (Introduction to Biomaterials)	3(3-0-6)
01213453	นวัตกรรมวิศวกรรมนาโน (Innovation of Nanoengineering)	3(3-0-6)
01213457	วัสดุสำหรับเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวพลังงาน (Materials for Energy Harvesting Technology)	3(3-0-6)
01213458	วัสดุสำหรับเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงาน (Materials for Energy Storage Technology)	3(3-0-6)
01213464	จุลทรรศน์ศาสตร์สำหรับวัสดุนาโน (Microscopy for Nanomaterials)	3(3-0-6)
01213471	การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมวัสดุ (Energy Management in Materials Industries)	3(3-0-6)
01213472	แบบจำลองคอมพิวเตอร์ของวัสดุ (Computer Modeling of Materials)	3(3-0-6)

- กลุ่มสาระการจัดการการผลิต

01206223	การออกแบบแผนการทดลองเบื้องต้นสำหรับวิศวกร (Introduction to Experimental Design for Engineers)	3(3-0-6)
01206471	วิศวกรซ่อมบำรุง (Maintenance Engineering)	3(3-0-6)
01213473	การจัดการเทคโนโลยีนวัตกรรมวัสดุ (Innovative Materials Technology Management)	3(3-0-6)
01213474	เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาสำหรับวิศวกรวัสดุ (Economics and Cost Estimation for Materials Engineers)	3(3-0-6)

- กลุ่มสาระเฉพาะทางวิศวกรรมวัสดุและปัญหาพิเศษ

01213496	เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมวัสดุ (Selected Topics in Materials Engineering)	1-3
01213498	ปัญหาพิเศษ (Special Problems)	1-3

3) **หมวดวิชาเลือกเสรี** **ไม่น้อยกว่า** **6** **หน่วยกิต**

ตัวอย่างแผนการศึกษา

(1) สำหรับนิสิตที่ไม่เลือกเรียนสหกิจศึกษา

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01999111	ศาสตร์แห่งแผ่นดิน 2(2-0-4)
01208111	การเขียนแบบวิศวกรรม 3(2-3-6)
01417167	คณิตศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
01420111	ฟิสิกส์ทั่วไป I 3(3-0-6)
01420113	ปฏิบัติการฟิสิกส์ I 1(0-3-2)
01999021	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร 3(3-0-6)
01355xxx	ภาษาอังกฤษ 3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ 3(3-0-6)
รวม	<u>21 (- -)</u>

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม 3(2-3-6)
01403114	ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป 1(0-3-2)
01403117	หลักมูลเคมีทั่วไป 3(3-0-6)
01417168	คณิตศาสตร์วิศวกรรม II 3(3-0-6)
01420112	ฟิสิกส์ทั่วไป II 3(3-0-6)
01420114	ปฏิบัติการฟิสิกส์ II 1(0-3-2)
01175xxx	กิจกรรมพลศึกษา 1(0-2-1)
	วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์ 1(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข 5(- -)
รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206221	ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)
01213212	หลักมูลของวัสดุอินทรีย์ 4(4-0-8)
01213213	หลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ 4(4-0-8)
01213214	ปฏิบัติการหลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ 1(0-3-2)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III 3(3-0-6)
	รวม <u>21(20- 3-42)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น 3(3-0-6)
01213216	พฤติกรรมทางกลของวัสดุ 4(4-0-8)
01213217	อุณหพลศาสตร์ของวัสดุ 3(3-0-6)
01213218	หลักของเทคนิคการศึกษาลักษณะเฉพาะ 3(3-0-6)
01213219	ปฏิบัติการการศึกษาลักษณะเฉพาะ และการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ 1(0-3-2)
01355xxx	ภาษาอังกฤษ 3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก 3(- -)
	รวม <u>20(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I	1(0-3-2)
01206272	ความปลอดภัยในอุตสาหกรรม	3(3-0-6)
01208281	การฝึกงานโรงงาน	1(0-3-2)
01208381	ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล I	1(0-3-2)
01213311	กระบวนการผลิตสำหรับวิศวกรวัสดุ	3(3-0-6)
01213313	จลนพลศาสตร์และปรากฏการณ์การถ่ายโอนของวัสดุ	4(4-0-8)
01213395	การเตรียมการข้อเสนอโครงการวิจัย	1(0-3-2)
01355xxx	ภาษาอังกฤษ	3(- -)
	วิชาเฉพาะเลือก	3(- -)
	รวม	<u>20(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206322	การควบคุมคุณภาพ	3(3-0-6)
01213312	ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปวัสดุ	1(0-3-2)
01213314	การวิเคราะห์ความวิบัติและการป้องกัน	3(3-0-6)
01213315	การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับอุตสาหกรรมวัสดุ	3(3-0-6)
01213316	อุตสาหกรรมวัสดุในประเทศไทย	1(0-3-2)
01213497	สัมมนา	1
	วิชาเฉพาะเลือก	3(- -)
	วิชาเลือกเสรี	<u>6(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01213399	การฝึกงาน	1
	วิชาเฉพาะเลือก	<u>6(- -)</u>
	รวม	<u>7(- -)</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01213411	การคัดเลือกวัสดุและการออกแบบทางวิศวกรรม	3(3-0-6)
01213412	การจัดการการผลิตในอุตสาหกรรมวัสดุ	3(3-0-6)
01213413	ปฏิบัติการออกแบบผลิตภัณฑ์และวางแผนการผลิต	1(0-3-2)
01213499	โครงการวิศวกรรมวัสดุ	3(0-9-5)
	วิชาเฉพาะเลือก	3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>16(- -)</u>

(2) สำหรับนิสิตที่เลือกเรียนสหกิจศึกษา

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01999111	ศาสตร์แห่งแผ่นดิน 2(2-0-4)
01208111	การเขียนแบบวิศวกรรม 3(2-3-6)
01417167	คณิตศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
01420111	ฟิสิกส์ทั่วไป I 3(3-0-6)
01420113	ปฏิบัติการฟิสิกส์ I 1(0-3-2)
01999021	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร 3(3-0-6)
01355xxx	ภาษาอังกฤษ 3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ 3(3-0-6)
	รวม <u>21 (- -)</u>

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01204111	คอมพิวเตอร์และการโปรแกรม 3(2-3-6)
01403114	ปฏิบัติการหลักมูลเคมีทั่วไป 1(0-3-2)
01403117	หลักมูลเคมีทั่วไป 3(3-0-6)
01417168	คณิตศาสตร์วิศวกรรม II 3(3-0-6)
01420112	ฟิสิกส์ทั่วไป II 3(3-0-6)
01420114	ปฏิบัติการฟิสิกส์ II 1(0-3-2)
01175xxx	กิจกรรมพลศึกษา 1(0-2-1)
	วิชาสารสนเทศ/คอมพิวเตอร์ 1(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข 5(- -)
	รวม <u>21 (- -)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206221	ความน่าจะเป็นและสถิติประยุกต์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)
01208221	กลศาสตร์วิศวกรรม I 3(3-0-6)
01213211	วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)
01213212	หลักมูลของวัสดุอินทรีย์ 4(4-0-8)
01213213	หลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ 4(4-0-8)
01213214	ปฏิบัติการหลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ 1(0-3-2)
01417267	คณิตศาสตร์วิศวกรรม III 3(3-0-6)
	รวม <u>21(20- 3-42)</u>

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2	จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205201	วิศวกรรมไฟฟ้าเบื้องต้น 3(3-0-6)
01213216	พฤติกรรมทางกลของวัสดุ 4(4-0-8)
01213217	อุณหพลศาสตร์ของวัสดุ 3(3-0-6)
01213218	หลักของเทคนิคการศึกษาลักษณะเฉพาะ 3(3-0-6)
01213219	ปฏิบัติการการศึกษาลักษณะเฉพาะ และการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ 1(0-3-2)
01355xxx	ภาษาอังกฤษ 3(- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก 3(- -)
	รวม <u>20(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01205202	ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า I	1(0-3-2)
01206272	ความปลอดภัยในอุตสาหกรรม	3(3-0-6)
01208281	การฝึกงานโรงงาน	1(0-3-2)
01208381	ปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล I	1(0-3-2)
01213311	กระบวนการผลิตสำหรับวิศวกรวัสดุ	3(3-0-6)
01213313	จลนพลศาสตร์และปรากฏการณ์การถ่ายโอนของวัสดุ	4(4-0-8)
01213395	การเตรียมการข้อเสนอโครงการวิจัย	1(0-3-2)
01355xxx	ภาษาอังกฤษ	3(- -)
	วิชาเฉพาะเลือก	<u>3(- -)</u>
	รวม	<u>20(- -)</u>

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2		จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)
01206322	การควบคุมคุณภาพ	3(3-0-6)
01213312	ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปวัสดุ	1(0-3-2)
01213314	การวิเคราะห์ความวิบัติและการป้องกัน	3(3-0-6)
01213315	การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับอุตสาหกรรมวัสดุ	3(3-0-6)
01213316	อุตสาหกรรมวัสดุในประเทศไทย	1(0-3-2)
01213497	สัมมนา	1
	วิชาเฉพาะเลือก	3(- -)
	วิชาเลือกเสรี	<u>6(- -)</u>
	รวม	<u>21(- -)</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1 จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)

01213490	สหกิจศึกษา	7
	รวม	<u>7</u>

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2 จำนวนหน่วยกิต (ชม.บรรยาย-ชม.ปฏิบัติการ-ชม.ศึกษาด้วยตนเอง)

01213411	การคัดเลือกวัสดุและการออกแบบทางวิศวกรรม	3(3-0-6)
01213412	การจัดการการผลิตในอุตสาหกรรมวัสดุ	3(3-0-6)
01213413	ปฏิบัติการออกแบบผลิตภัณฑ์และวางแผนการผลิต	1(0-3-2)
01213499	โครงการวิศวกรรมวัสดุ	3(0-9-5)
	วิชาเฉพาะเลือก	3 (- -)
	วิชาศึกษาทั่วไป กลุ่มสาระสุนทรียศาสตร์	<u>3 (- -)</u>
	รวม	<u>16 (- -)</u>

คำอธิบายรายวิชา

- 01213211 วัสดุศาสตร์สำหรับวิศวกร 3(3-0-6)**
(Materials Science for Engineers)
 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สมบัติ กระบวนการ และสมรรถนะของวัสดุวิศวกรรม แผนภาพสมดุลเฟสและการตีความ โครงสร้างจุลภาคและมหภาคที่สัมพันธ์กับสมบัติของวัสดุวิศวกรรม การตรวจสอบโครงสร้างของวัสดุ การทดสอบและการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ การกัดกร่อนและการเสื่อมของวัสดุ กระบวนการผลิตของวัสดุวิศวกรรม วัสดุประกอบและวัสดุก่อสร้าง
- Relationships between structures, properties, processes and performances of engineering materials. Phase equilibrium diagrams and their interpretation. Micro and macrostructures related to properties of engineering materials. Investigation of material structures. Material properties testing and analysis. Corrosion and degradation of materials. Production processes of engineering materials. Composite and construction materials.
- 01213212 หลักมูลของวัสดุอนินทรีย์ 4(4-0-8)**
(Fundamental of Inorganic Materials)
 เวกเตอร์ ระนาบ ดัชนีมิลเลอร์ และเทนเซอร์ ผลึกส่วนกลับและระนาบการเคลื่อน โครงสร้างผลึกของวัสดุ เคมีของตำหนิ ตำหนิในโครงสร้างผลึก กลไกของดิสโลเคชันและขอบเกรน โครงสร้างอสังฐานของวัสดุ อนินทรีย์และกลาสเซรามิก การเคลือบในเซรามิก ทฤษฎีควอนตัม พันธะในวัสดุอนินทรีย์ สมบัติทางไฟฟ้า สมบัติทางแสง สมบัติทางแม่เหล็ก สมบัติทางความร้อน ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของวัสดุ
- Vector, plane, miller indices and tensor. Reciprocal lattice and slip plane. Crystal structures. Defect chemistry. Defects in crystal. Mechanism of dislocation and grain boundaries. Structures of amorphous inorganic materials and glass-ceramics. Coating in ceramics. Quantum theory. Bonding in inorganic materials. Electrical properties. Optical properties. Magnetic properties. Thermal properties. Relationships between structure and property of materials.
- 01213213 หลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์ 4(4-0-8)**
(Principle Chemistry for Organic Materials)
 พันธะและโครงสร้างของสารอินทรีย์ สเตอริโอเคมี ชนิดของปฏิกิริยาเคมีและกลไก ซิวโมเลกุล ชนิดของพอลิเมอร์และการจำแนก ชนิดและกลไกการเกิดพอลิเมอร์ โครงสร้างทางเคมีของพอลิเมอร์

Bonding and structure of organic compounds. Stereochemistry. Types of chemical reactions and mechanisms. Biomolecules. Types of polymers and classification. Type and mechanism of polymerizations. Chemical structure of polymers.

01213214 **ปฏิบัติการหลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์** 1(0-3-2)

(Principle Chemistry Laboratory for Organic Materials)

ปฏิบัติการสำหรับวิชา 01213213 หลักเคมีสำหรับวัสดุอินทรีย์

Laboratory for 01213213 Principle Chemistry for Organic Materials.

01213216 **พฤติกรรมทางกลของวัสดุ** 4(4-0-8)

(Mechanical Behavior of Materials)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

ทฤษฎีเบื้องต้นของความเค้นและความเครียด การวิเคราะห์ความเค้นและความเครียด เงื่อนไขของการวิบัติทางกล การผิดรูปภายใต้แรงอัด ทฤษฎีของดิสโลเคชัน กลไกการเพิ่มความแข็งแรง การผิดรูปในช่วงพลาสติกของวัสดุผลึกเดี่ยวและพหุผลึก การผิดรูปของวัสดุที่ไม่เป็นผลึก การผิดรูปที่อุณหภูมิสูง ความล้าและการเสื่อมของวัสดุวิศวกรรม การแตกร้าวและกลศาสตร์ของการแตกร้าว

Introduction to mechanical stress and strain. Stress and strain analysis. Mechanical failure criteria. Deformation under compression. Dislocation theory. Strengthening mechanisms. Plastic deformation of single and polycrystalline materials. Deformation of non-crystalline materials. High temperature deformation. Fatigue and degradation of engineering materials. Fracture and fracture mechanics.

01213217 **อุณหพลศาสตร์ของวัสดุ** 3(3-0-6)

(Thermodynamics of materials)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213

กฎของอุณหพลศาสตร์ข้อที่หนึ่งและสอง เกณฑ์สำหรับความสมดุลในกระบวนการความดันคงที่ พลังงานอิสระที่เป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิ ความดันและศักย์เคมี ความสมดุลในสารผสมแก๊ส ความสมดุลระหว่างเฟสความหนาแน่นและเฟสแก๊ส แผนภาพพลังงานอิสระ พฤติกรรมสารละลาย

First and second laws of thermodynamics. Criteria for equilibria in constant pressure processes. Free energy as a function of temperature. Pressure and chemical potential. Equilibrium in gas mixtures. Equilibrium between condensed phases and gas phases. Free energy diagram. Solution behavior.

- 01213218 **หลักของเทคนิคการศึกษาลักษณะเฉพาะ** 3(3-0-6)
(Principle of Characterization Techniques)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211
การวิเคราะห์พื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน โครงสร้างผลึกและการวิเคราะห์ด้วยมาตรการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ การวิเคราะห์พื้นที่ผิวและขนาดอนุภาค การวิเคราะห์ทางเคมีโดยสเปกโทรสโกปี การวิเคราะห์เชิงความร้อน
Surface analysis by optical microscope and electron microscopes. Crystal structure and analysis by x-ray diffractometer. Surface area and particle size analysis. Chemical analysis by spectroscopies. Thermal analysis.
- 01213219 **ปฏิบัติการการศึกษาลักษณะเฉพาะและการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ** 1(0-3-2)
(Materials Characterization and Properties Analysis Laboratory)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213218 หรือพร้อมกัน
ปฏิบัติการการเตรียมชิ้นงานตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึก โครงสร้างพื้นผิว และสมบัติทางความร้อนของวัสดุ
Laboratory of samples preparation for microstructure analysis, crystal structure, surface structure, and thermal properties of materials.
- 01213311 **กระบวนการผลิตสำหรับวิศวกรวัสดุ** 3(3-0-6)
(Manufacturing Processes for Materials Engineers)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211 และ 01213212
กระบวนการผลิต กระบวนการขึ้นรูปโลหะ การหล่อโลหะ กระบวนการตัดแต่งและการเชื่อมต้อ การเตรียมผิวและเคลือบ กระบวนการขึ้นรูปพอลิเมอร์ การฉีดยึด การรีด และการอัดขึ้นรูป กระบวนการขึ้นรูป เซรามิก การผสม การหล่อ การอบซินเตอร์ การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต กรณีศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยี และแก้ปัญหาการผลิตทางอุตสาหกรรม
Manufacturing processes. Metal forming processes: foundry, machining and joining processes, surface treatment and coating. Polymer forming processes: injection, extrusion and compression moulding. Ceramic forming processes: mixing, casting, sintering. Cost analysis. Case study of technology development and problem solving in industrial manufacturing processes.

- 01213312 **ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปวัสดุ** **1(0-3-2)**
(Materials Processing Laboratory)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213311
ปฏิบัติการเกี่ยวกับการแปรรูปวัสดุสำหรับโลหะ เซรามิกและพอลิเมอร์ คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ การขึ้นรูปต้นแบบเร็ว
Laboratory on materials processing for metal, ceramic, and polymer. Computer-aided design. Rapid prototyping.
- 01213313 **จลนพลศาสตร์และปรากฏการณ์การถ่ายโอนของวัสดุ** **4(4-0-8)**
(Kinetics and Transport Phenomena in Materials Engineering)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213217
ทฤษฎีจลนพลศาสตร์ที่ประยุกต์ด้านวิศวกรรมวัสดุและการแปรรูปแร่ ทฤษฎีการปะทะพลังงานก่อ กัมมันต์ การไหลของของไหลในการแปรรูปวัสดุ การถ่ายโอนความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน การถ่ายโอนมวล การแพร่มวล การพามวล การเกิดนิวเคลียสและการขยายตัว การแข็งตัว
Kinetic theories applied to materials engineering and mineral processing. Collision theory. Activation energy. Fluid flow in material processing. Heat transfer: heat conduction, heat convection and heat radiation. Mass transfer: mass diffusion, mass convection. Nucleation and growth. Solidification.
- 01213314 **การวิเคราะห์ความวิบัติและการป้องกัน** **3(3-0-6)**
(Failure Analysis and Prevention)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213216
การวิเคราะห์ความวิบัติและการป้องกัน การเสื่อมสภาพของวัสดุและอุปกรณ์ ตำหนิของผลิตภัณฑ์และการทดสอบ ความวิบัติรูปแบบต่างๆ ในวัสดุ การวิเคราะห์รอยแตกและภาพรอยแตก ความวิบัติในเซรามิก ความวิบัติจากการกัดกร่อน การเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์ ความวิบัติเนื่องจากความผิดพลาดในการผลิต กรณีศึกษา
Failure analysis and prevention. Materials and device degradation. Product defects and testing. Failure modes in materials. Fracture analysis and fractography. Failure in ceramic. Corrosion failure. Polymer degradation. Failure due to manufacturing faults. Case studies.

- 01213315 การออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับอุตสาหกรรมวัสดุ 3(3-0-6)**
(Facility Design for Materials Industry)
 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยแผนภูมิการผลิตและแผนภูมิการไหล การเลือกทำเลที่ตั้ง การวิเคราะห์การออกแบบโรงงาน การวางผังโรงงาน การวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวก การเคลื่อนย้ายวัสดุ ธรรมชาติของปัญหาการวางผังโรงงานในอุตสาหกรรมวัสดุ
 Product analysis. Process analysis by process diagram and flow diagram. Plant location selection. Plant design analysis. Plant layout. Facilities planning. Material handling. Nature of plant layout problem in materials industry.
- 01213316 อุตสาหกรรมวัสดุในประเทศไทย 1(0-3-2)**
(Materials Industry in Thailand)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213311
 บทบาทของวัสดุศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุในอุตสาหกรรม การประยุกต์และการผลิตวัสดุวิศวกรรม โดยอ้างอิงอุตสาหกรรมในประเทศไทย การจัดการในอุตสาหกรรม การเยี่ยมชมโรงงานอุตสาหกรรม
 Roles of materials science and materials engineering industry. Applications and productions of engineering materials with reference to Thai industries. Management in industry. Plant visits.
- 01213395 การเตรียมการข้อเสนอโครงการวิจัย 1(0-3-2)**
(Research Proposal Preparation)
 การอภิปรายและการสืบค้นถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันและปัญหาต่างๆ ในเทคโนโลยีของวัสดุ การวางแผนการวิจัย การเขียนข้อเสนอโครงการวิจัยและนำเสนอข้อเสนอโครงการวิจัย
 Discussion and researches on recent technological advances and problems in materials technology. Research planning. Writing a research proposal and presenting the proposal.
- 01213399 การฝึกงาน 1**
(Internship)
 การฝึกงานในสาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุในสถานประกอบการเอกชน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรือสถานศึกษา โดยมีระยะเวลาเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 240 ชั่วโมง และไม่น้อยกว่า 30 วันทำการ
 Internship for materials engineering in private enterprises, government agencies, government enterprises or academic places at least 240 hours and at least 30 workdays.

01213411 การคัดเลือกวัสดุและการออกแบบทางวิศวกรรม 3(3-0-6)
(Materials Selection and Engineering Design)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213216 และ 01213311

บทบาทของวัสดุในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรม วัสดุและสมบัติ การออกแบบและวิเคราะห์เชิงวิศวกรรมโดยใช้คอมพิวเตอร์ แผนภูมิวัสดุ ดัชนีวัสดุ การคัดเลือกวัสดุและกรณีศึกษา การคัดเลือกวัสดุในกรณีหลายเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ การคัดเลือกวัสดุและรูปร่าง การคัดเลือกกระบวนการ การคัดเลือกวัสดุไฮบริด การคัดเลือกวัสดุเพื่อสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา

Materials roles in innovative product design and development, Materials and properties, Computer-aided engineering design and analysis, Materials chart, Materials index, Materials selection and case studies. Materials selection with multiple constraints and objectives. Materials and shape selection. Process selection. Hybrid materials selection. Eco-material selection. Case studies.

01213412 การจัดการการผลิตในอุตสาหกรรมวัสดุ 3(3-0-6)
(Production Management for Materials Industry)

เทคนิคการพยากรณ์ การจัดการอุตสาหกรรมวัสดุ การควบคุมสินค้าคงคลัง การวางแผนความต้องการของวัสดุ การวางแผนกำลังการผลิต การจัดลำดับการผลิต การควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมวัสดุ การวิเคราะห์ต้นทุนทางอุตสาหกรรมวัสดุและจุดคุ้มทุน

Forecast techniques. Material industry management. Inventory control. Material requirement planning. Capacity planning. Production scheduling. Production control in material industry. Material industry cost and break-even point analysis.

01213413 ปฏิบัติการออกแบบผลิตภัณฑ์และวางแผนการผลิต 1(0-3-2)
(Product Design and Production Planning Laboratory)

ปฏิบัติการสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ สร้างต้นแบบ ควบคุมคุณภาพ ทดลองเชิงสถิติ การออกแบบกระบวนการผลิต วางแผนการผลิต และผังโรงงาน

Laboratory on product design, prototyping, quality control, statistical experiment, process design, production planning, and plant design.

01213421 โลหกรรมกายภาพ 3(3-0-6)
(Physical Metallurgy)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

โครงสร้างโลหะและการเกิดผลึก ข้อบกพร่องในโครงสร้างผลึก ดิสโลเคชันและการเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร การเกิดนิวเคลียสและการแข็งตัว แผนภาพสมดุลของเฟส การอบชุบความร้อน การเปลี่ยนเฟส กลไกการเพิ่มความแข็งแรง การแพร่ในของแข็ง สมบัติและการใช้งานของโลหะผสมทั้งในและนอกกลุ่มเหล็ก

Metal structure and crystallization. Crystalline imperfection. Dislocation and plastic deformation. Nucleation and solidification. Equilibrium phase diagram. Heat treatment. Phase transformation. Strengthening mechanism. Diffusion in solid. Properties and application of ferrous and non-ferrous alloys.

01213422 โลหกรรมเชิงเคมี 3(3-0-6)
(Chemical Metallurgy)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

หลักการของโลหกรรมความร้อนสำหรับการสกัดโลหะจากแร่ การเตรียมแร่ การถลุง กระบวนการปรับเปลี่ยนและการทำให้บริสุทธิ์ การผลิตทองแดง การผลิตเหล็กและเหล็กกล้า หลักการของโลหกรรม สารละลายสำหรับการสกัดโลหะจากแร่โลหะ การสกัดโลหะโดยใช้ตัวทำละลาย กระบวนการทำให้โลหะเข้มข้น กระบวนการกู้ การใช้ประโยชน์โลหะ

Principles of pyrometallurgy for metal extraction from mineral ores. Ore preparation. Smelting. Converting and refining process. Copper making. Iron and steel making. Principle of hydrometallurgy for metal extraction from mineral ores. Metal leaching process. Metal concentration process. Recovery process. Metal utilization.

01213423 การขึ้นรูปและการหล่อโลหะ 3(3-0-6)
(Forming and Casting of Metals)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

ทฤษฎีและการพัฒนาสมัยใหม่ของกระบวนการหล่อโลหะ วิธีมาตรฐานและวิธีใหม่ การออกแบบระบบการไหลและรูล้น การออกแบบกระสวย การตกแต่งสำเร็จและการตรวจสอบงานหล่อ แหล่งและการกำจัดขีดจำกัดของการออกแบบ ทฤษฎีและปฏิบัติการของการรีด การตีขึ้นรูป การอัดขึ้นรูป การลากขึ้นรูป แหล่งและการกำจัดข้อบกพร่อง

Theory and modern development of foundry processes. Standard and new methods. Gating system design. Pattern design. Finishing and inspection of casting. Source and elimination of design limitation. Theory and practice of rolling, forging, extrusion, drawing. Source and elimination of defects.

01213424 โลหกรรมเชิงผง (Powder Metallurgy) 3(3-0-6)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

เทคนิคการผลิตผงโลหะ การศึกษาลักษณะเฉพาะของผงโลหะ วิธีการผสมและการขึ้นรูป การอัดผงโลหะ ทฤษฎีของการขึ้นเตอร์ กรรมวิธีทางความร้อน การปรับแต่งขั้นสุดท้าย โลหกรรมของชิ้นส่วนขึ้นเตอร์ การออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการ การประยุกต์ใช้กระบวนการผลิตขั้นสูง

Metal powder production techniques. Metal powder characterization. Mixing and shaping methods. Metal powder compaction. Sintering theory. Heat treatment. Finishing operations. Metallurgy of sintered part. Product and process design. Advanced powder metallurgical techniques.

01213425 เทคโนโลยีการบำบัดพื้นผิว (Surface Treatment Technology) 3(3-0-6)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213421

การบำบัดพื้นผิวและการวิเคราะห์พื้นผิวของวัสดุที่ถูกบำบัด การบำบัดพื้นผิวทางความร้อน เคมี กายภาพและทางกล สมบัติและการประยุกต์วัสดุที่ผ่านการบำบัดพื้นผิวในอุตสาหกรรม

Surface treatments and analysis of treated materials surface. Thermal, chemical, physical and mechanical surface treatments. Properties and applications of the surface treated materials in industries.

01213426 วิศวกรรมโลหะผสม (Alloys Engineering) 3(3-0-6)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

โครงสร้างและสมบัติของโลหะและโลหะผสม ระบบเหล็กกล้าคาร์บอน อะลูมิเนียมผสม ทองแดงผสม ไทเทเนียมผสม นิกเกิลผสม เหล็กหล่อ วัสดุเครื่องมือและวัสดุสำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูง

Structure and properties of metals and alloys. Iron-carbon system. Aluminum alloys. Copper alloys. Titanium alloys. Nickel alloys. Cast irons. Tool materials and metals for high-temperature service.

01213427 การกัดกร่อน 3(3-0-6)
(Corrosion)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

หลักการกัดกร่อน วิธีการวัดและการคำนวณอัตราการกัดกร่อนโดยใช้เทคนิคทางเคมีไฟฟ้า รูปแบบของการกัดกร่อน การทดสอบการกัดกร่อน การกัดกร่อนในสภาพแวดล้อมจำเพาะ การกัดกร่อนที่อุณหภูมิสูง กรณีศึกษาการวิบัติของวัสดุในระหว่างใช้งานเนื่องจากการกัดกร่อน หลักการเลือกวัสดุและการออกแบบ สารยับยั้งการกัดกร่อน การป้องกันแบบแอโนดิกและแคโทดิก การเตรียมผิวและการเคลือบผิวเพื่อซ่อมบำรุง

Principles of corrosion. Corrosion measures and rate calculation by electrochemical techniques. Forms of corrosion. Corrosion testing. Corrosion in specific environment. Corrosion at high temperature. Case study of materials failure in service due to corrosion. Principles of materials selection and design. Corrosion inhibitors. Anodic and cathodic protection. Surface preparation and maintenance coating.

01213428 การเปลี่ยนแปลงเฟสในกระบวนการทางโลหะ 3(3-0-6)
(Phase Transformations in Metal Processing)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213421

อุณหพลศาสตร์และแผนภาพเฟส การแพร่และจลนพลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงเฟส หน้าสัมผัสผลึกและโครงสร้างจุลภาค ตำแหน่งของแข็ง การเกิดนิวเคลียสและการขยายตัว การแข็งตัวของโลหะผสม การหล่อและการเชื่อม การเปลี่ยนแปลงเฟสในของแข็งที่พึ่งการแพร่ของอะตอม การเปลี่ยนแปลงเฟสในของแข็งที่ไม่พึ่งการแพร่ของอะตอม

Thermodynamics and phase diagrams. Diffusion and kinetics of phase transformation. Crystal interfaces and microstructure. Defects in solids. Nucleation and growth. Alloy solidification. Castings and welding. Atomic-diffusional transformations in solids. Atomic-diffusionless transformations.

01213431 เซรามิกเบื้องต้น 3(3-0-6)
(Introduction to Ceramics)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01213212

ชนิดและการประยุกต์ใช้งานของเซรามิกแบบดั้งเดิมและขั้นสูง วัสดุดิบของเซรามิก โครงสร้างของเซรามิกและองค์ประกอบทางเคมี เซรามิกชนิดออกไซด์และไม่ใช่ออกไซด์ ชนิดของเซรามิกทางวิศวกรรม สมบัติของเซรามิกทางวิศวกรรม โครงสร้างของซิลิเกตและแก้ว การใช้งานเคลือบของเซรามิก การเผา การผนีก และการกลายเป็นเฟสแก้วของเซรามิก

Types and applications of conventional and advanced ceramics. Ceramic raw materials. Structures of ceramics and chemical compositions. Oxide and non-oxide ceramics. Types of engineering ceramics. Properties of engineering ceramics. Structures of silicates and glasses. Glaze applications. Firing. Sintering and vitrification of ceramics.

01213432 การแปรรูปเซรามิก 3(3-0-6)
(Ceramic Processing)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

ลักษณะเฉพาะของวัสดุเซรามิก ขนาดและรูปร่างของอนุภาค ความหนาแน่น โครงสร้างและพื้นผิวจำเพาะของรูพรุน เคมีภัณฑ์สำหรับการกระจายและรวมตัวของอนุภาค กลไกของอนุภาค การกระจายขนาดของอนุภาคและวิทยากระแส การผสม การขึ้นรูปและกระบวนการหลังการขึ้นรูปของอุตสาหกรรมเซรามิก การอบแห้ง การตกแต่ง การเคลือบและการเผา กระบวนการผลิตเซรามิกในระดับห้องปฏิบัติการหรืออุตสาหกรรม

Characteristics of ceramic materials: particle size and shape, density, pore structure and specific surface area. Chemicals for particle distribution and collection. Particle mechanics. Particle size distribution and rheology. Mixing, forming and post-forming processes of industrial ceramics processing: drying, decorating, glazing and firing. Production of ceramics in laboratory or industry.

01213433 เทคโนโลยีของแก้วและสารเคลือบ 3(3-0-6)
(Technology of Glass and Glaze)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

เคมีและกระบวนการผลิตแก้วและสารเคลือบ โครงสร้างและสมบัติของแก้ว สารเคลือบ การวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะ การประยุกต์ใช้

Chemistry and production processes of glass and glaze. Structure and properties of glass, glaze. Characterizations. Applications.

01213434 นวัตกรรมตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับอุตสาหกรรม 3(3-0-6)
(Innovative Catalysts for Industry)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรม ประเภทของตัวเร่งปฏิกิริยา การเตรียมและการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยา ทฤษฎีและการทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยา ชนิดและสมบัติของสารตัวดูดซับสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี เครื่องมือในการวิเคราะห์โครงสร้าง ลักษณะเฉพาะและสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา การประยุกต์ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมี

Using of catalysts in industries. Types of catalysts. Preparation and synthesis of catalysts. Theory and function of catalysts. Types and properties of absorbents for petroleum and petrochemical industries. Instruments for structural characterization. Characteristics and properties of catalysts. Applications of catalysts for petroleum and petrochemical industries.

01213435 วัสดุอิเล็กทรอนิกส์เซรามิก 3(3-0-6)
(Electroceramic Materials)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติทางไฟฟ้าของเซรามิก การประยุกต์ใช้ของวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ เซรามิก รวมถึงตัวเก็บประจุ ตัวรับรู้ ตัวควบคุมการขับเคลื่อน ตัวนำยิ่งยวด และระบบไฟฟ้าเครื่องกลจุลภาค

Relationships between structure and electrical properties of ceramics. Applications of electroceramics including capacitors, sensors, actuators, superconductor, and microelectromechanical system.

01213436 เซรามิกตัวนำ 3(3-0-6)
(Conductive Ceramics)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

หลักการและทฤษฎีของเซรามิกตัวนำ ชนิดและการจำแนกชนิดของเซรามิกตัวนำ โครงสร้างทางเคมีและทางกายภาพของเซรามิกตัวนำ สมบัติทางไฟฟ้า แสง และแม่เหล็ก รวมทั้งสมบัติทางกลและทางความร้อนของเซรามิกตัวนำ การเตรียมและการสังเคราะห์เซรามิกตัวนำ การประยุกต์ใช้งานด้านวิศวกรรมของเซรามิกตัวนำ การเลือกและการประยุกต์เซรามิกตัวนำในการออกแบบทางวิศวกรรม

Principle and theory of conductive ceramics. Types of conductive ceramics and classification. Chemical and physical structures of conductive ceramics. Electrical, optical, and magnetic including mechanical and thermal properties of conductive ceramics. Preparation and synthesis of conductive ceramics. Engineering applications of conductive ceramics. Selection and application of conductive ceramic in engineering designs.

- 01213437 เซรามิกวิศวกรรม** **3(3-0-6)**
(Engineering Ceramics)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211
 วัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตและการประยุกต์ใช้งานผลิตภัณฑ์เซรามิกขั้นสูง โครงสร้าง และระบบเฟส แผนภาพเฟส นาโนเซรามิก เซลล์เชื้อเพลิง วัสดุประกอบเซรามิก ตัวเร่งปฏิกิริยา เซรามิกทางแสง เซรามิกทางแม่เหล็ก เซรามิกทางไฟฟ้า เซรามิกชีวภาพ การกัดกร่อนของเซรามิกวิศวกรรม เซรามิกยานยนต์และอากาศยาน
 Raw materials, products, processing, and applications of advanced ceramics. Structures and phase systems. Phase diagram. Nanoceramics. Fuel cells. Ceramic composite materials. Catalysts. Optical ceramics. Magnetic ceramics. Electrical ceramics. Bioceramics. Corrosion of engineering ceramics. Ceramic in automotive and space engines.
- 01213441 หลักมูลของวัสดุพอลิเมอร์** **3(3-0-6)**
(Fundamental of Polymeric Materials)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน: 01213213
 ความสัมพันธ์ของโครงสร้างทางเคมีและสมบัติของพอลิเมอร์ น้ำหนักโมเลกุลและการกระจายน้ำหนักโมเลกุล สันฐานวิทยาของพอลิเมอร์ สารละลายพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ผสม สมบัติของพอลิเมอร์และการทดสอบ วิทยาการกระจายของพอลิเมอร์ การแปรรูปพอลิเมอร์ สารเติมแต่ง เทคโนโลยียาง เทคโนโลยีเส้นใย
 Relationship of chemical structures and properties of polymers. Molecular weight and molecular weight distribution. Morphology of polymer. Polymer solution. Polymer blend. Properties of polymer and testing. Polymer rheology. Polymer processing. Additives. Rubber technology. Fiber technology.
- 01213442 เทคโนโลยียาง** **3(3-0-6)**
(Rubber Technology)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213
 ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ วัสดุยืดหยุ่นเทอร์โมพลาสติก โครงสร้างและสมบัติของยาง สารเติมแต่งสำหรับยางวัลคาไนเซชันของยาง สูตรและการผสมของยาง กระบวนการผลิตยาง การทดสอบยาง การนำยางมาผลิตใหม่ การออกแบบทางวิศวกรรมของผลิตภัณฑ์ยาง
 Natural rubber. Synthetic rubbers. Thermoplastic elastomers. Structure and properties of rubbers. Additives for rubbers. Vulcanization of rubbers. Formula and compounding of rubbers. Rubber manufacturing processes. Rubber testing. Rubber recycling. Engineering design of rubber products.

- 01213443 **วัสดุพอลิเมอร์จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี** **3(3-0-6)**
(Polymeric Materials from Petrochemical Industry)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213
 อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและพอลิเมอร์ วัสดุปิโตรเคมีสำหรับอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ ปฏิกริยาเคมี และผลผลิตในอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ การประยุกต์พอลิเมอร์
 Petrochemical and polymer industries. Petrochemical materials for polymer industries. Chemical reactions and products in polymer industries. Applications of polymers.
- 01213444 **การแปรรูปพอลิเมอร์และวิทยากระแส** **3(3-0-6)**
(Polymer Processing and Rheology)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213
 หลักมูลของวิทยากระแสและการวัด กระบวนการฉีดขึ้นรูปแบบดั้งเดิมและแนวทางการแก้ไข ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น เทคโนโลยีการฉีดขึ้นรูปแบบพิเศษ กระบวนการอัดรีดขึ้นรูปและกระบวนการที่เกี่ยวข้อง กระบวนการขึ้นรูปเส้นใย กระบวนการขึ้นรูปโดยใช้ลูกกลิ้ง กระบวนการขึ้นรูปแบบสูญญากาศ กระบวนการขึ้นรูปแบบหมุนเหวี่ยง กระบวนการอัดขึ้นรูป วัสดุประกอบเทอร์โมพลาสติก เทคโนโลยีการใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมในกระบวนการแปรรูปพอลิเมอร์
 Fundamental of rheology and measurements. Conventional injection molding process and troubleshooting. Special injection molding processes. Extrusion and related processes. Melt spinning. Calendering. Vacuum forming. Rotational molding. Compression molding. Thermoplastic composites. Computer-aided-engineering (CAE) technology in polymer processing.
- 01213445 **เส้นใยพอลิเมอร์** **3(3-0-6)**
(Polymeric Fiber)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213
 เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ เทคนิคหลักมูลการปั่นเส้นใยพอลิเมอร์ การปั่นเส้นใย แบบไฟฟ้าสถิตย์ การผลิตผ้าฝ้าย เคมีของเส้นใย การระบุและทดสอบเส้นใย การประยุกต์ใช้งานเส้นใยใน อุตสาหกรรม
 Natural and synthetic fibers. Fundamental techniques for spinning of polymeric fibers. Electrospinning process. Fabric formation. Fiber chemistry. Fiber identification and testing. Applications of fibers in industry.

- 01213446 การสังเคราะห์และการตัดแปรพอลิเมอร์ 3(3-0-6)
 (Polymer Synthesis and Modification)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213
 ปฏิกริยาและกลไกในการสังเคราะห์พอลิเมอร์ การตัดแปรไฮโดรคาร์บอนพอลิเมอร์ชนิดอิ่มตัว และชนิดไม่อิ่มตัว การตัดแปรหมู่ฟังก์ชันและโซ่ข้างของโมเลกุลพอลิเมอร์ การตัดแปรพอลิเมอร์โดยปฏิกิริยาทางความร้อน ปฏิกริยาการเปิดวงแหวน ปฏิกริยาระหว่างโมเลกุล
 Reactions and mechanisms in polymer synthesis. Modification of saturated and unsaturated hydrocarbon polymers. Modification on functional groups and side chain of polymer molecules. Modification of polymer by thermal reaction. Ring opening reaction. Intermolecular reaction.
- 01213451 วัสดุประกอบ 3(3-0-6)
 (Composite Materials)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211
 การจำแนกชนิดของวัสดุเชิงประกอบ ชนิดของสารเสริมแรง กระบวนการผลิต สมบัติเชิงกล และเชิงกายภาพ สมบัติที่ขึ้นกับทิศทางของเส้นใยเสริมแรงในวัสดุประกอบ กลศาสตร์ของวัสดุประกอบ
 Classification of composite materials. Types of reinforcement. Manufacturing processes. Mechanical and physical properties. Anisotropic properties of reinforced fiber in composite. Mechanics of composites.
- 01213452 วัสดุชีวภาพเบื้องต้น 3(3-0-6)
 (Introduction to Biomaterials)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211
 หลักพื้นฐานทั่วไปของวัสดุชีวภาพ การเสื่อมสภาพทางชีวภาพ โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ชีวภาพ การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ชีวภาพ วัสดุคืบและกระบวนการผลิตเซรามิกชีวภาพ โครงสร้างและสมบัติของเซรามิกชีวภาพ การประยุกต์ใช้เซรามิกชีวภาพ วัสดุคืบและกระบวนการผลิตโลหะชีวภาพ โครงสร้างและสมบัติของโลหะชีวภาพ การประยุกต์ใช้โลหะชีวภาพ ความสามารถเข้ากันได้ทางชีวภาพ วิธีวิเคราะห์วัสดุชีวภาพ สิ่งประดิษฐ์เลียนแบบธรรมชาติและวัสดุประกอบทางชีวภาพ การประยุกต์การใช้งานร่วมกันของวัสดุชีวภาพ

General principles of biomaterials. Biodegradation. Structures and properties of biopolymer. Applications of biopolymer. Raw materials and processing of bioceramics. Structures and properties of bioceramics. Applications of bioceramics. Raw materials and processing of biometals. Structures and properties of biometals. Applications of biometals. Biocompatibility. Characterization methods of biomaterials. Biomimetic and biocomposite materials. Cooperation of suitable applications of biomaterials.

01213453 นวัตกรรมวิศวกรรมนาโน 3(3-0-6)

(Innovation of Nanoengineering)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

คำจำกัดความ ประวัติและความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในระดับนาโน เทคนิคการศึกษาลักษณะเฉพาะและสมบัติของวัสดุในระดับนาโน กระบวนการผลิต เครื่องมือระดับนาโนเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง สมบัติ และการนำไปประยุกต์ใช้งาน

Definition. History and advances in nano-scale science and engineering. Characterization techniques and properties of nano-scale materials. Production processes. Nano-scale devices for study relationship between structures, properties and applications.

01213454 หลักการของกระบวนการผลิตไมโครอิเล็กทรอนิกส์และระบบไมโคร 3(3-0-6)

(Principles of Microelectronics and Microsystem Fabrications)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

แนะนำเทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ การวิเคราะห์และเทียบขนาด กระบวนการผลิตระดับไมโครเบื้องต้น การพิมพ์ลาย การสะสมฟิล์ม การลอกพิมพ์รูปแบบ การตัดแต่งก้อนและผิวระดับไมโคร ความเข้าใจสายการผลิตแบบองค์รวม วัสดุไมโครอิเล็กทรอนิกส์ การเรียนรู้จากธรรมชาติ ประโยชน์และการใช้งานของระบบไฟฟ้าเครื่องกลระดับไมโคร การเยี่ยมชมสถานที่ผลิต กรณีศึกษา

Microelectronic technology introduction. Dimensional analysis and scaling. Basic of microfabrication processes. Lithography. Film deposition. Pattern transfer. Bulk and surface micromachining. Understanding a full process flow. Materials in microelectronics. Learning from nature. Applications in microelectromechanical systems (MEMS). Production-plant visit. Case studies.

01213455 **วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้า แม่เหล็ก แสง** **3(3-0-6)**
(Electromagneto optic Materials and Devices)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

โครงสร้างอิเล็กทรอนิกส์ของวัสดุ การนำไฟฟ้าและความร้อนในของแข็ง ทฤษฎีของแข็ง สมัยใหม่ หลักการสารกึ่งตัวนำ ไดโอดแบบพีเอ็นและไดโอดเปล่งแสง เซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ วัสดุไดอิเล็กทริกและตัวเก็บประจุ อุปกรณ์ไดอิเล็กทริก สมบัติแม่เหล็กและวัสดุแม่เหล็ก อุปกรณ์ทางแม่เหล็ก และ อุปกรณ์เก็บข้อมูลเชิงแม่เหล็ก สมบัติทางแสงและอุปกรณ์ การประยุกต์ใช้

Electronic structures of materials. Electrical and thermal conductivity in solids. Modern theory of solids. Principle of semiconductors. PN-junction diodes and light-emitting diodes. Solar cells and semiconductor devices. Dielectrics and capacitance. Dielectric devices. Magnetism and magnetic materials. Magnetic devices and data-storage magnetic devices. Optical properties and devices. Applications.

01213456 **วัสดุขั้นสูงในบรรจุภัณฑ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์และกระบวนการผลิตประกอบ** **3(3-0-6)**
(Advanced Materials in Microelectronic Package and its Assembly Processes)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

อุปกรณ์และวงจรไมโครอิเล็กทรอนิกส์ วัสดุสำคัญในบรรจุภัณฑ์และอุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการผลิตและประกอบไมโครอิเล็กทรอนิกส์ การเตรียมเวเฟอร์ การแยกชิ้นส่วนวงจรออกจากเวเฟอร์ การป้องกันชิ้นส่วนวงจร การเชื่อมต่อวงจรกับโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ การบรรจุชิ้นส่วนวงจร การนำชิ้นส่วนวงจรไปใช้กับพีซีบอร์ด กรณีศึกษาและเยี่ยมชมสถานที่ผลิตจริง

Microelectronic devices and circuits. Important materials in microelectronic package and devices. Production and assembly processes of microelectronics. Wafer treatment preparation. Retrieval of microelectronic circuits from wafer. Microelectronic circuit protection. Bonding of circuit and microelectronic package. Packaging process of microelectronic devices. Mounting process of microelectronic devices on PCB boards. Case studies and production-plant visit.

01213457 วัสดุสำหรับเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวพลังงาน 3(3-0-6)
(Materials for Energy Harvesting Technology)

แหล่งพลังงาน เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวพลังงาน ประเภทของวัสดุเก็บเกี่ยวพลังงาน การเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ การแปรสภาพพลังงานกลไฟฟ้า วัสดุเพียโซอิเล็กทริกและวัสดุฉลาด หลักการและวัสดุทางแม่เหล็กไฟฟ้า การเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าความร้อน การเก็บเกี่ยวพลังงานไพโรอิเล็กทริก การเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าเคมี แบบจำลองระบบการแปรสภาพพลังงาน การเก็บเกี่ยวแหล่งพลังงานทางเลือกอื่นๆ การประยุกต์ใช้

Energy sources. Energy harvesting technologies. Types of energy harvesting materials. Photovoltaic energy harvesting. Electro-mechanical energy conversion. Piezoelectric and smart materials. Electromagnetic principle and materials. Thermoelectric energy harvesting. Pyroelectric energy harvesting. Electrochemical energy conversion. Modeling of energy conversion systems. Other alternative sources of energy harvesting. Applications.

01213458 วัสดุสำหรับเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงาน 3(3-0-6)
(Materials for Energy Storage Technology)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212

ทบทวนหลักไฟฟ้าเคมีเบื้องต้น ขั้วไฟฟ้าโลหะและวัสดุกึ่งตัวนำ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ศักย์ไฟฟ้าเคมีและแรงตึงผิว สมบัติของผิวสัมผัสโลหะและสารละลาย การดูดซับบนขั้วไฟฟ้าโลหะ ขั้วไฟฟ้าที่มีสมบัติแบบโพลาไรเซชันแบบอุดมคติ สมบัติของผิวสัมผัสสารกึ่งตัวนำและสารละลาย ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอน ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนอออน ปฏิกิริยาไฮโดรเจน เซลล์เชื้อเพลิงและแบตเตอรี่ยุคใหม่

A review of basic electrochemistry. Metal and semiconductor electrodes. Electrolyte solution. Electrochemical potential and surface tension. The metal-solution interface properties. Adsorption on metal electrodes. Ideal polarizable electrodes. Semiconductor-electrolyte interface properties. Electron-transfer reactions. Ion-transfer reactions. Hydrogen reaction. Modern fuel cells and batteries.

01213461 โลหกรรมของการเชื่อมและการทดสอบแบบไม่ทำลาย 3(3-0-6)
(Welding Metallurgy and Non-destructive Testing)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211

การเชื่อมต่อโลหะ การบัดกรี การเล่นประสานและการเชื่อม สมบัติการเปียกผิวของการบัดกรี และการเล่นประสานของโลหะ ความแข็งแรงของรอยต่อ โลหะวิทยาของกระบวนการเชื่อมต่อ ความสามารถในการเชื่อมของโลหะและโลหะผสม การวิเคราะห์ปัญหาเนื่องจากปรากฏการณ์โลหการ โครงสร้างจุลภาคของโลหะเชื่อม การป้องกันและการแก้ไขความเค้นตกค้างและการบิดงอ การให้ความร้อนก่อนและหลังการเชื่อม การทดสอบรอยเชื่อมแบบทำลายและไม่ทำลาย

Metal joining. Soldering. Brazing and welding. Wetting properties of soldering and brazing metal. Strength of joints. Welding metallurgy. Weldability of metals and alloys. Analysis of problems due to metallurgical phenomena. Microstructure of welded metal. Prevention and correction of residual stress and distortion. Pre- and post- treatment. Destructive and non-destructive testing of welded metal.

01213462 การศึกษาลักษณะเฉพาะของวัสดุพอลิเมอร์ 3(3-0-6)
(Polymeric Materials Characterization)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213213

การหาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ เทคนิคทางสเปกโทรสโกปี การวิเคราะห์ทางความร้อน การวิเคราะห์สัณฐานวิทยา

Polymer molecular weight determination. Spectroscopic techniques. Thermal analysis. Morphology analysis.

01213463 การวิเคราะห์การเลี้ยวเบนและพื้นผิวด้วยเครื่องมือ 3(3-0-6)
(Instrumental Analysis of Diffraction and Surface)

วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213218

สมบัติของรังสีเอ็กซ์ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของของแข็งและความเข้มของรังสีเอ็กซ์ที่เลี้ยวเบน แลตทิซส่วนกลับ การระบุชนิดโครงสร้างผลึก การวัดขนาดผลึก องค์ประกอบของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน อันตรกิริยาระหว่างลำอิเล็กตรอนและของแข็ง การเกิดภาพ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี การเตรียมตัวอย่าง การออกแบบการทดลอง

Properties of x-rays. Correlation between solid structures and intensities of diffracted x-ray beams. Reciprocal lattice. Crystal structure determination. Crystallite size measurement. Electron microscope components. Interaction between electron beam and solid. Image formation. Chemical analysis. Sample preparation. Experimental design.

- 01213464 จุลทรรศนศาสตร์สำหรับวัสดุนาโน 3(3-0-6)
 (Microscopy for Nanomaterials)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213218
 โครงสร้างผลึกนาโนและการวิเคราะห์ การวิเคราะห์พื้นผิวของโครงสร้างนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบโพรบกราด และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน
 Nanocrystal structure and analysis. Surface analysis of nanostructure by scanning probe microscope and transmission electron microscope.
- 01213465 โลหะวิทยาสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ 3(3-0-6)
 (Metallurgy for Automotive Industry)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213421
 โลหะวิทยาของเหล็กกล้าและเหล็กกล้าความแข็งแรงสูง โลหะวิทยาของโลหะนอกกลุ่มเหล็ก เทคโนโลยีการขึ้นรูปโลหะก้อนและโลหะแผ่น กรรมวิธีทางความร้อนของโลหะกลุ่มเหล็กและนอกกลุ่มเหล็ก ปัญหาของกรรมวิธีทางความร้อนและแนวทางการแก้ปัญหาสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ การทดสอบสมบัติทางกลของโลหะและชิ้นส่วนยานยนต์
 Metallurgy of steels and high strength steels. Metallurgy of non-ferrous metals. Technology of bulk and sheet metal forming. Heat treatments of ferrous and non-ferrous metals. Problems and trouble shooting of heat treatments for automotive industry. Mechanical testing of metals and automotive parts.
- 01213471 การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรมวัสดุ 3(3-0-6)
 (Energy Management in Materials Industries)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213217
 เทอร์โมไดนามิกของกระบวนการผลิตวัสดุ การคำนวณการใช้พลังงาน การวิเคราะห์ต้นทุนพลังงาน การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตโลหะ การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตเซรามิก การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมผลิตพอลิเมอร์ การเก็บเกี่ยวพลังงานความร้อนเหลือทิ้ง การออกแบบกระบวนการเพื่อลดการใช้พลังงาน กรณีศึกษา
 Thermodynamics of materials processes. Energy consumption calculation. Energy cost analysis. Energy consumption in metal production. Energy consumption in ceramics production. Energy consumption in polymer production. Heat waste energy harvesting. Process design for energy minimization. Case studies.

- 01213472 แบบจำลองคอมพิวเตอร์ของวัสดุ 3(3-0-6)**
(Computer Modeling of Materials)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213212
 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณเบื้องต้น หลักเบื้องต้นของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ การวิเคราะห์ความเค้นความเครียดด้วยคอมพิวเตอร์ การจำลองแบบมัลติฟิสิกส์ แบบจำลองสนามเฟส การจำลองทางพลวัตของโมเลกุล การจำลองทางควอนตัม โครงข่ายประสาทเทียม
 Introduction to materials modeling. Basics in computer-aided design programs. Stress/strain analysis using computers. Multiphysics simulations. Phase-field modeling. Molecular dynamics simulations. Quantum simulations. Artificial neural network.
- 01213473 การจัดการเทคโนโลยีนวัตกรรมวัสดุ 3(3-0-6)**
(Innovative Materials Technology Management)
 นวัตกรรมและการพัฒนาทางเทคโนโลยีวัสดุ การคิดเชิงนวัตกรรม การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ การกำหนดคุณค่าและกลยุทธ์ในการแข่งขัน การวางแผนและการจัดการเชิงกลยุทธ์ โมเดลทางธุรกิจและองค์กร การจัดการทรัพย์สินทางปัญญา การเปลี่ยนถ่ายเทคโนโลยี การเสวนาและกรณีศึกษาทางอุตสาหกรรม
 Materials technological innovation and development. Innovative thinking. New product development. Value configuration and competitive strategies. Strategic planning and management. Corporate and business model. Intellectual properties management. Technology transfer. Industrial forum and case studies.
- 01213474 เศรษฐศาสตร์และการประเมินราคาสำหรับวิศวกรวัสดุ 3(3-0-6)**
(Economics and Cost Estimation for Materials Engineers)
วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213211
 การแปลข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ การรายงานการลงทุนและการแทรกแซงโดยรัฐบาลต่อโอกาสทางธุรกิจด้านการผลิตพอลิเมอร์ เซรามิก โลหะ และวัสดุประกอบ พารามิเตอร์ด้านเศรษฐศาสตร์และการบัญชี การเงินต่อการออกแบบกระบวนการผลิตวัสดุ ตลาดแลกเปลี่ยนโลหะ ต้นไม้การตัดสินใจสำหรับการประเมินและการเลือกโครงการในอุตสาหกรรมวัสดุ
 Interpretation of economic data, investment reports, and government intervention to business opportunity in production of polymer, ceramic, metal and composite. Economics and financial accounting parameters in material processing design. Exchange market of metals. Decision trees for valuation and selection in materials industries project.

- 01213490 **สหกิจศึกษา** **7**
(Co-operative Education)
 การปฏิบัติงานในสถานประกอบการในลักษณะพนักงานชั่วคราว เพื่อให้ได้ประสบการณ์จากการไปปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย
 On the job training as a temporary employee in order to get experience from the assignment.
- 01213496 **เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมวัสดุ** **1-3**
(Selected Topics in Materials Engineering)
 เรื่องเฉพาะทางวิศวกรรมวัสดุในระดับปริญญาตรี หัวข้อเรื่องเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละภาคการศึกษา
 Selected topics in materials engineering at the bachelor's degree level. Topics are subject to change each semester.
- 01213497 **สัมมนา** **1**
(Seminar)
 การนำเสนอและอภิปรายหัวข้อที่น่าสนใจทางวิศวกรรมวัสดุในระดับปริญญาตรี
 Presentation and discussion on current interesting topics in materials engineering at the bachelor's degree level.
- 01213498 **ปัญหาพิเศษ** **1-3**
(Special Problems)
 การศึกษาค้นคว้าทางวิศวกรรมวัสดุ ระดับปริญญาตรี และเรียบเรียงเขียนเป็นรายงาน
 Study and research in materials engineering at the bachelor's degree level and compile into written reports.
- 01213499 **โครงการวิศวกรรมวัสดุ** **3(0-9-5)**
(Materials Engineering Project)
 วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน : 01213395
 โครงการที่น่าสนใจในแขนงต่างๆ ของวิศวกรรมวัสดุ
 Project of practical interest in various fields of materials engineering.

แบบบันทึกผลการเรียนของนิสิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ ปี พ.ศ.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ นามสกุล เลขประจำตัว

อาจารย์ที่ปรึกษา รหัสอาจารย์ที่ปรึกษา

ชั้นปีที่ (ปีการศึกษา)	1 (256...)		2 (256...)		3 (256...)			4 (256...)			
ภาคการศึกษา	ต้น	ปลาย	ฤดูร้อน	ต้น	ปลาย	ฤดูร้อน	ต้น	ปลาย	ฤดูร้อน	ต้น	ปลาย
หน่วยกิตลงทะเบียน											
คะแนนเฉลี่ย											
หน่วยกิตรวม											
GPA											
หน่วยกิตต่อภาค	21	21	21	20	20	21	7	16			
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">2 01999111</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01355xxx</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01999021</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01208111</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01417167</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01420111</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01420113</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">E</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01175xxx</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01204111</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01417168</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01420112</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01420114</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01403117</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01403114</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">L</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">W</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">5</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01206221</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01208221</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213211</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 01213212</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 01213213</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213214</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01417267</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01205201</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 01213216</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213217</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213218</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213219</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01355xxx</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">T</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01205202</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01206272</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01208281</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01208381</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213311</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">4 01213313</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213395</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01355xxx</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">FE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">FE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01206322</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213312</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213314</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213315</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213316</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213497</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">FE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213399</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213411</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3 01213412</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">1 01213413</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">EE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; text-align: center;">A</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">3</div>			

ความหมายของอักษรย่อบน BLOCK

- W = กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข
- E = กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ
- T = กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก
- L = กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร
- A = กลุ่มสาระสุนทรีย์ศาสตร์
- EE = วิชาเลือกทางวิศวกรรม
- FE = วิชาเลือกเสรี

หมายเหตุ : หน่วยกิตภาคฤดูร้อนให้รวมกับภาคต้น

แบบบันทึกผลการเรียนของนิสิต หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมวัสดุ (สำหรับนิสิตสหกิจศึกษา) ปี พ.ศ.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชื่อ นามสกุล เลขประจำตัว

อาจารย์ที่ปรึกษา รหัสอาจารย์ที่ปรึกษา

ชั้นปีที่ (ปีการศึกษา)	1 (256...)		2 (256...)		3 (256...)			4 (256...)			
ภาคการศึกษา	ต้น	ปลาย	ฤดูร้อน	ต้น	ปลาย	ฤดูร้อน	ต้น	ปลาย	ฤดูร้อน	ต้น	ปลาย
หน่วยกิตลงทะเบียน											
คะแนนเฉลี่ย											
หน่วยกิตรวม											
GPA											
หน่วยกิตต่อภาค	21	21	21	20	20	21	7	16			
	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>2 01999111</div> <div>3 01355xxx</div> <div>3 01999021</div> <div>3 01208111</div> <div>3 01417167</div> <div>3 01420111</div> <div>1 01420113</div> <div style="text-align: center;">E</div> <div>3 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>1 01175xxx</div> <div>3 01204111</div> <div>3 01417168</div> <div>3 01420112</div> <div>1 01420114</div> <div>3 01403117</div> <div>1 01403114</div> <div style="text-align: center;">L</div> <div>1 </div> <div style="text-align: center;">W</div> <div>5 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>3 01206221</div> <div>3 01208221</div> <div>3 01213211</div> <div>4 01213212</div> <div>4 01213213</div> <div>1 01213214</div> <div>3 01417267</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>3 01205201</div> <div>4 01213216</div> <div>3 01213217</div> <div>3 01213218</div> <div>1 01213219</div> <div>3 01355xxx</div> <div style="text-align: center;">T</div> <div>3 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>1 01205202</div> <div>3 01206272</div> <div>1 01208281</div> <div>1 01208381</div> <div>3 01213311</div> <div>4 01213313</div> <div>1 01213395</div> <div>3 01355xxx</div> <div style="text-align: center;">EE</div> <div>3 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>3 01206322</div> <div>1 01213312</div> <div>3 01213314</div> <div>3 01213315</div> <div>1 01213316</div> <div>1 01213497</div> <div style="text-align: center;">EE</div> <div>3 </div> <div style="text-align: center;">FE</div> <div>3 </div> <div style="text-align: center;">FE</div> <div>3 </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>7 01213490</div> <div style="text-align: center;">EE</div> <div>3 </div> <div style="text-align: center;">A</div> <div>3 </div> </div>				

ความหมายของอักษรย่อบน BLOCK

- W = กลุ่มสาระอยู่ดีมีสุข
- E = กลุ่มสาระศาสตร์แห่งผู้ประกอบการ
- T = กลุ่มสาระพลเมืองไทยและพลเมืองโลก
- L = กลุ่มสาระภาษากับการสื่อสาร
- A = กลุ่มสาระสุนทรีย์ศาสตร์
- EE = วิชาเลือกทางวิศวกรรม
- FE = วิชาเลือกเสรี

หมายเหตุ : หน่วยกิตภาคฤดูร้อนให้รวมกับภาคต้น