

ข้อมูลหลักสูตรแต่ละสาขาที่เปิดสอนทุกหลักสูตร/สาขาวิชา
ระดับบัณฑิตศึกษา

มหบัณฑิต

หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี
ชื่อปริญญา (ภาษาไทย)	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)
ชื่อปริญญา (English)	Master of Science (Chemistry)
อักษรย่อปริญญา (ภาษาไทย)	วท.ม. (เคมี)
อักษรย่อปริญญา (English)	M.Sc. (Chemistry)

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ภาษาไทย	ชื่อเต็ม	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)
	ชื่อย่อ	วท.ม. (เคมี)
ภาษาอังกฤษ	ชื่อเต็ม	Master of Science (Chemistry)
	ชื่อย่อ	M.Sc. (Chemistry)

ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการผลิตมหาบัณฑิตสาขาเคมีที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ สามารถใช้ความรู้ทางเคมีในการเลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาแบบเฉพาะส่วนในกระบวนการทางเคมีได้ถูกต้อง และสามารถพัฒนาสมบัตินสารหรือแก้ปัญหทางเคมีด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม อาหาร และสุขภาพในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยได้อย่างเหมาะสมบนพื้นฐานของการมีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณทางวิชาการ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี และสามารถเป็นผู้ที่เรียนรู้ได้ตลอดชีวิต โดยหลักสูตรฯ จัดการศึกษาตามแนวทางพัฒนาการนิยม (Progressivism) กล่าวคือ เป็นการพัฒนาผู้เรียนในทุกด้านเพื่อให้พร้อมที่จะอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขและปรับตัวได้ดีตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

- PLO 1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ
- PLO 2 เลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะส่วนในกระบวนการทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
- PLO 3 พัฒนาสมบัตินสารหรือกระบวนการทางเคมีผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อแก้ปัญหทางเคมีเชิงพลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพ
- PLO 4 แสดงออกถึงการมีคุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณทางวิชาการ
- PLO 5 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
- PLO 6 สื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
- PLO 7 สื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการเป็นภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงความหมาย
- PLO 8 ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของงานที่ได้รับมอบหมาย

หมวดที่ 3 โครงสร้างหลักสูตร รายวิชา และ หน่วยกิต

1. โครงสร้างหลักสูตร

1.1 จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 36 หน่วยกิต

1.2 โครงสร้างหลักสูตร

แผน 1 แบบวิชาการ (ก 2)	36	หน่วยกิต
- หมวดวิชาบังคับ	6	หน่วยกิต
- หมวดวิชาเลือก ไม่น้อยกว่า	10	หน่วยกิต
- วิทยานิพนธ์	20	หน่วยกิต

1.3 รายวิชา/ชุดวิชา (Module)

หมวดวิชาบังคับ

324-500 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)	2((2)-0-4)
324-681 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1 (Seminar in Chemistry I)	1(0-2-1)
324-682 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2 (Seminar in Chemistry II)	1(0-2-1)

และเลือก 1 รายวิชาในรายวิชาต่อไปนี้

324-501 ชุดวิชาประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการและการจัดการ ของเสียอันตราย (Module: Quality Assurance for Laboratory and Management of Hazardous Wastes)	2((1)-2-3)
324-504 ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality)	2((2)-0-4)

หมวดวิชาเลือก ไม่น้อยกว่า 10 หน่วยกิต

(ต้องเป็นรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและเครื่องมือทางเคมีไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)

รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและเครื่องมือทางเคมี

324-502 วิธีการเชิงฟิสิกส์สำหรับเคมี (Physical Methods in Chemistry)	3((3)-0-6)
324-503 เทคนิคการตรวจลักษณะเฉพาะของวัสดุ (Techniques for Materials Characterization)	3((3)-0-6)
324-523 ชุดวิชาผลึกศาสตร์รังสีเอกซ์ (Module: X-ray Crystallography)	3((2)-2-5)
324-532 สเปกโทรสโกปีขั้นสูงในเคมีอินทรีย์ (Advanced Organic Spectroscopy)	3((3)-0-6)
324-541 การวิเคราะห์โดยวิธีไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Analysis)	3((3)-0-6)

324-542	การวิเคราะห์โดยวิธีสเปกโทรสโกปี (Spectroscopic Analysis)	3((3)-0-6)
324-543	การแยกสารทางเคมี (Chemical Separations)	3((3)-0-6)

รายวิชาเลือกอื่น ๆ

324-511	เคมีโคออร์ดิเนชัน (Coordination Chemistry)	4((4)-0-8)
324-512	เคมีซูพราโมเลกุล (Supramolecular Chemistry)	2((2)-0-4)
324-513	เคมีของสารออร์แกโนเมทัลลิก (Chemistry of Organometallic Compounds)	2((2)-0-4)
324-514	โครงสร้างผลึกและการเปลี่ยนเฟสของของแข็ง (Structure and Phase Transformation in Solid)	2((2)-0-4)
324-518	หัวข้อเฉพาะทางเคมีอนินทรีย์ (Special Topics in Inorganic Chemistry)	2((2)-0-4)
324-521	เคมีเชิงฟิสิกส์ขั้นสูง (Advanced Physical Chemistry)	2((2)-0-4)
324-522	โครงสร้างโมเลกุลและสเปกโทรสโกปี (Molecular Structure and Spectroscopy)	3((3)-0-6)
324-524	เคมีคำนวณ (Computational Chemistry)	3((3)-0-6)
324-528	หัวข้อเฉพาะทางเคมีเชิงฟิสิกส์ (Special Topics in Physical Chemistry)	2((2)-0-4)
324-531	เคมีอินทรีย์ขั้นสูง (Advanced Organic Chemistry)	3((3)-0-6)
324-533	ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่น่าสนใจ (Natural Products of Interest)	2((2)-0-4)
324-534	อินทรีย์สังเคราะห์ขั้นสูง (Advanced Organic Synthesis)	2((2)-0-4)
324-535	เคมีเฮเทอโรไซคลิกขั้นสูง (Advanced Heterocyclic Chemistry)	2((2)-0-4)
324-536	ออร์แกโนคะตะลิซิส (Organocatalysis)	2((2)-0-4)
324-538	หัวข้อเฉพาะทางเคมีอินทรีย์ (Special Topics in Organic Chemistry)	2((2)-0-4)
324-544	เคมีคัลเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ (Chemical Sensors and Biosensors)	2((2)-0-4)
324-545	พิษวิทยาในสิ่งแวดล้อม (Environmental Toxicology)	2((2)-0-4)

324-546	การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์สารปริมาณน้อย (Sample Preparation and Trace Analysis)	3((3)-0-6)
324-548	หัวข้อเฉพาะทางเคมีวิเคราะห์ (Special Topics in Analytical Chemistry)	2((2)-0-4)
324-551	การเปลี่ยนรูปและการกักเก็บพลังงานเคมี (Chemical Energy Conversion and Storage)	3((3)-0-6)
324-552	ชีวมวลและเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biomass and Biofuel Technologies)	3((3)-0-6)
324-553	การสังเคราะห์วัสดุอนินทรีย์ (Synthesis of Inorganic Materials)	3((3)-0-6)
324-554	วัสดุนาโนและวัสดุรูพรุนอนินทรีย์ (Nano and Porous Inorganic Materials)	2((2)-0-4)
324-558	หัวข้อเฉพาะทางเคมีวัสดุ (Special Topics in Materials Chemistry)	2((2)-0-4)
324-559	หัวข้อเฉพาะทางเคมีพลังงาน (Special Topics in Energy Chemistry)	2((2)-0-4)

หมายเหตุ นักศึกษาสามารถเลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ตามความสนใจ ที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หรือมหาวิทยาลัยอื่น/สถาบันอื่นทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยความเห็นชอบของหลักสูตร/ภาควิชา/คณะกรรมการบริหารหลักสูตร

หมวดวิทยานิพนธ์

325-691	วิทยานิพนธ์ (Thesis)	20(0-60-0)
---------	-------------------------	------------

3. แผนการศึกษา

แผน 1 แบบวิชาการ (ก 2)

ชั้นปีที่ 1

ภาคการศึกษาที่ 1

324-500 ระเบียบวิธีวิจัย

(Research Methodology)

324-5xx วิชาบังคับ

325-5xx วิชาเลือก

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

2((2)-0-4)

2((x)-y-z)

6((x)-y-z)

รวม

10((x)-y-z)

ภาคการศึกษาที่ 2

324-5xx วิชาเลือก

325-691 วิทยานิพนธ์

(Thesis)

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

4((x)-y-z)

4(0-12-0)

รวม

8((x)-y-z)

ชั้นปีที่ 2

ภาคการศึกษาที่ 1

324-681 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1

(Seminar in Chemistry I)

325-691 วิทยานิพนธ์

(Thesis)

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

1(0-2-1)

9(0-27-0)

รวม

10(0-29-1)

ภาคการศึกษาที่ 2

324-682 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2

(Seminar in Chemistry II)

325-691 วิทยานิพนธ์

(Thesis)

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

1(0-2-1)

7(0-21-0)

รวม

8(0-23-1)

คำอธิบายรายวิชาตามแนวทาง OBE

324-500 ระเบียบวิธีวิจัย

2((2)-0-4)

(Research Methodology)

แนวคิดและแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัย การเขียนข้อเสนอโครงการวิจัย การใช้หลักสถิติในการวางแผนและวิเคราะห์ข้อมูล การวางแผนการวิจัยและวิธีการ การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ การสรุป การเขียนบรรณานุกรม จรรยาบรรณการวิจัย การเขียนรายงานวิจัย

Concepts and sources of data pertinent to research; research proposal writing; use of statistics for planning and analysing data; research design and method; data collection and analysis; conclusion; bibliography writing; research ethics; scientific report writing

ผู้เรียนสามารถ

1. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสืบค้นแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการวิจัยจากฐานข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเคมีเชิงพลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพได้
2. วางแผนการวิจัยและวิธีการการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และสรุปผลได้
3. เขียนรายงานการวิจัยด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ถูกต้องตามจรรยาบรรณการวิจัย
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้องตามจรรยาบรรณการวิจัย
5. นำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นและบทความที่เกี่ยวข้องกับเคมีเชิงพลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพได้ด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
6. ทำงานเป็นทีมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่ม

Students are able to

1. use information technology to search for research resources from academic databases related to energy/environmental/food/health chemistry.
2. plan research and methods for data collection, analysis, and conclusions.
3. write research reports in either Thai or English correctly according to research ethics.
4. cite academic publications for presentation correctly according to research ethics.
5. correctly and precisely present information from data searches and academic articles related to energy/environmental/food/health chemistry in either Thai or English.
6. work with others to complete the assigned task.

324-501 ชุติวิชาประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการและการจัดการของเสียอันตราย

2((1)-2-3

(Module: Quality Assurance for Laboratory and Management of Hazardous Wastes)

ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถในห้องปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ประเภทและคุณลักษณะของเสียอันตราย กฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับของเสียอันตราย การจัดเก็บของเสียอันตราย การขนถ่ายและขนส่งของเสียอันตราย การบำบัดและกำจัด องค์ประกอบของโปรแกรมลดของเสียอันตรายที่ประสบความสำเร็จ ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพ

General requirements for the competence of testing and calibration laboratories; types and characteristics of hazardous wastes; laws and regulations of hazardous wastes; collection of hazardous wastes; transfer and transport of hazardous wastes; treatment and disposal of hazardous wastes;

elements of a successful hazardous waste minimization program; a laboratory course dealing with quality assurance

ผู้เรียนสามารถ

1. ระบุข้อกำหนดที่สำคัญของการประกันคุณภาพในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง
2. สอบเทียบอุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดได้ถูกต้อง
3. แยกประเภทของของเสียและระบุการจัดของเสียแต่ละประเภทได้ถูกต้อง
4. อภิปรายถึงผลกระทบในการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการและการจัดการของเสีย
5. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น
6. ทำงานเป็นทีมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่ม

Students are able to

1. identify the general requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
2. calibrate equipment or instruments accurately.
3. identify various types of waste and methods of waste management accurately.
4. discuss the adverse effects of non-compliance with competence standards for testing and calibration laboratories and waste management regulations.
5. accurately and precisely present data in either Thai or English.
6. work with others to complete the assigned task.

324-502 วิธีการเชิงฟิสิกส์สำหรับเคมี

3((3)-0-6)

(Physical Methods in Chemistry)

สเปกโทรสโกปีสำหรับงานวิจัยทางด้านเคมี: อินฟราเรดและรามานสเปกโทรสโกปี อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปีของนิวเคลียสอื่นนอกเหนือจากโปรตอน อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ เอกซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโทรสโกปีและแมสสเปกโตรเมตรี เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม หรือพลังงาน

Spectroscopy for researches in chemistry: infrared and Raman spectroscopy, ultraviolet-visible spectroscopy, nuclear magnetic resonance spectroscopy of nuclei other than proton, electron spin resonance, X-ray photoelectron spectroscopy and mass spectrometry for applications in medical, environmental or energy researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีของอินฟราเรดและรามานสเปกโทรสโกปี อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปีของนิวเคลียสอื่นนอกเหนือจากโปรตอน อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ เอกซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโทรสโกปีและแมสสเปกโตรเมตรีได้
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารประกอบด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีของอินฟราเรด/รามานสเปกโทรสโกปี อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปีของนิวเคลียสอื่นนอกเหนือจากโปรตอน อิเล็กตรอนสปินเรโซแนนซ์ เอกซ์เรย์โฟโตอิเล็กตรอนสเปกโทรสโกปีและแมสสเปกโตรเมตรีได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีจากฐานข้อมูลวิชาการได้
5. นำเสนอบทความหรือผลการทดลองด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the principles of infrared and Raman spectroscopy, ultraviolet-visible spectroscopy, nuclear magnetic resonance spectroscopy of nuclei other than protons, electron spin resonance, X-ray photoelectron spectroscopy, and mass spectrometry.
2. analyze the chemical and physical properties of compounds using infrared and Raman spectroscopy, ultraviolet-visible spectroscopy, nuclear magnetic resonance spectroscopy of nuclei other than protons, electron spin resonance, X-ray photoelectron spectroscopy, and mass spectrometry.
3. accurately cite academic publications used in presentation.
4. browse academic databases for publications related to spectroscopic techniques.
5. present articles or experimental results accurately and concisely in either Thai or English.

324-503 เทคนิคการตรวจลักษณะเฉพาะของวัสดุ

3((3)-0-6)

(Techniques for Materials Characterization)

หลักการและการประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจลักษณะเฉพาะของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์แบบแรงอะตอม การวิเคราะห์รังสีเอกซ์ในระดับจุลภาค การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผงผลึก การวิเคราะห์ลักษณะรูพรุนและขนาดอนุภาค และการวิเคราะห์ทางความร้อน เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม หรือพลังงาน

Principles and applications of characterization techniques based on transmission electron microscope, scanning electron microscope and atomic force microscope, X-ray microanalyzer, X-ray powder diffraction, porosity and particle size analysis and thermal analysis for applications in medical, environmental or energy researches

ผู้เรียนสามารถ

1. วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุด้วยเทคนิคพิสูจน์เอกลักษณ์ เช่น เครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านและส่องกราด เครื่องวัดรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน เครื่องวัดพื้นที่ผิว เครื่องวัดแรงอะตอม และ เครื่องวิเคราะห์เชิงความร้อนได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่านและส่องกราด เครื่องวัดรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงาน เครื่องวัดพื้นที่ผิว เครื่องวัดสภาพพื้นผิว และเครื่องวิเคราะห์เชิงความร้อนได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองปราศจากอคติ
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องพิสูจน์เอกลักษณ์สารจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความหรือผลการทดลองด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. analyze the physical properties of materials utilizing characterization techniques such as the x-ray diffractometer, scanning or transmission electron microscopes, energy dispersive x-ray fluorescence, surface analysis techniques, atomic force microscopy, and thermal analysis methods.
2. explain the fundamentals of the x-ray diffractometer, scanning or transmission electron microscopes, energy dispersive x-ray fluorescence, surface analysis techniques, atomic force microscopy, and thermal analysis methods.
3. cite academic publications for presentation correctly.

4. present the data without discrepancies.
5. browse academic databases for publications on characterization techniques.
6. clearly and accurately present academic publications or experimental data with in English.

324-504 ความเป็นกลางทางคาร์บอน

2((2)-0-4)

(Carbon Neutrality)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ กลไกการลดก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คาร์บอนเครดิต และแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

Climate change; greenhouse gas reduction targets toward carbon neutrality and net zero emissions; mechanisms for reducing greenhouse gas; carbon footprint; carbon credit; guidelines for carbon footprint calculations

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และกลไกการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างตรงประเด็น
2. อภิปรายความหมายและความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์และคาร์บอนเครดิตได้อย่างถูกต้อง
3. ระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกและคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เบื้องต้นได้ตามข้อกำหนดมาตรฐาน
4. นำเสนอข้อมูลและอ้างอิงข้อมูลเชิงวิชาการได้อย่างเหมาะสม
5. สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างตรงประเด็น
6. นำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
7. ทำงานเป็นทีมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานที่ได้รับมอบหมาย

Students are able to

1. explain the climate change, greenhouse gas reduction targets toward carbon neutrality and net zero emissions, and mechanisms for reducing greenhouse gas precisely.
2. discuss the meaning and the importance of carbon footprint and carbon credit correctly.
3. identify the greenhouse gas emission sources and calculate basic carbon footprint following standard requirements.
4. present the data and cite academic information properly.
5. browse academic databases about climate change, carbon neutrality, and carbon footprint calculations precisely.
6. accurately and precisely present academic data in English or Thai.
7. work as a team member to complete the assigned task.

324-511 เคมีโคออร์ดิเนชัน

4((4)-0-8)

(Coordination Chemistry)

สารประกอบโคออร์ดิเนชัน ทฤษฎีพันธะ อิเล็กทรอนิกส์เปกตรา สมบัติแม่เหล็กของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน จลนศาสตร์และกลไกปฏิกิริยาอนินทรีย์ สารประกอบโคออร์ดิเนชันของธาตุกลุ่มเอฟ หัวข้อใหม่อื่น ๆ ของสารประกอบโคออร์ดิเนชันที่น่าสนใจ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแพทย์หรือสิ่งแวดล้อม

Coordination compounds; bonding theories; electronic spectra; magnetic property of coordination compounds; kinetics and mechanisms of inorganic reactions; coordination chemistry of the

f-block elements; new aspects of current interest in coordination compounds involving medical or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. เสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่ของสารประกอบโคออร์ดิเนชันได้อย่างถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือในการระบุกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโคออร์ดิเนชันที่กำหนดให้ได้อย่าง

เหมาะสม

3. เสนอกรอบแนวคิดในการใช้ทฤษฎีการเกิดพันธะเพื่ออธิบายสมบัติแม่เหล็กและสมบัติเชิงแสงของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน และธาตุในกลุ่ม f-block ได้ถูกต้อง
4. เขียนอ้างอิงทุกครั้งที่มีการอ้างอิงผลงานผู้อื่นมาเพื่อการนำเสนอ
5. อ่านบทความทางวิชาการจากการสืบค้นผ่านฐานข้อมูลทางวิชาการเพื่อติดตามความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์จากสารประกอบโคออร์ดิเนชัน
6. นำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของการใช้สารประกอบโคออร์ดิเนชันเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. propose a mechanism of substitution reaction of coordination compounds correctly.
2. select (an) appropriate technique(s) to identify reaction mechanism of the assigned coordination compounds.
3. suggest a concept idea of using bonding theory to explain magnetic and optical properties of coordination compounds and f-block elements.
4. quote (a) reference(s) every time using (a) publication(s) of others.
5. read articles from academic databases to monitor a recent progress in usefulness of coordination compounds.
6. present a recent progress in usefulness of coordination compounds both in Thai and English.

324-512 เคมีซูพราโมเลกุล

2((2)-0-4)

(Supramolecular Chemistry)

อันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล เคมีโฮสต์-เกสต์ กระบวนการประกอบตัวเอง วิธีการทางกายภาพสำหรับการศึกษาอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล การออกแบบและประยุกต์ใช้เครื่องมือระดับโมเลกุล และการประยุกต์ใช้เคมีซูพราโมเลกุลในงานทางด้านการแพทย์หรือสิ่งแวดล้อม

Intermolecular interactions; Host-guest chemistry; self-assembly processes; physical methods for the analysis of intermolecular interaction; designs and applications of molecular devices in medicinal or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายอันตรกิริยาระหว่างโมเลกุล เคมีโฮสต์-เกสต์ กระบวนการประกอบตัวเองได้
2. แปลผลข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีเพื่ออธิบายอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
3. เสนอแนวทางการออกแบบเครื่องมือระดับโมเลกุลภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเคมีซูพราโมเลกุลจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
5. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
6. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับเคมีซูพราโมเลกุลด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the intermolecular interactions, host-guest chemistry, and self-assembly process.
2. interpret data obtained by chemical analysis instruments to describe occurred interactions according to academic principles.
3. propose the design of supramolecular devices based on the specified conditions.
4. search academic databases for publications on supramolecular chemistry.
5. cite academic publications for presentation correctly.
6. clearly and accurately present academic publications on supramolecular chemistry in Thai or English.

324-513 เคมีของสารออร์แกโนเมทัลลิก

2((2)-0-4)

(Chemistry of Organometallic Compounds)

การสังเคราะห์ สมบัติทางเคมีและกายภาพ พันธะระหว่างโลหะกับลิแกนด์สารอินทรีย์ ปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกของโลหะทรานซิชันและโลหะในกลุ่มหลัก กลไกการเกิดปฏิกิริยา การใช้ประโยชน์สารออร์แกโนเมทัลลิกในงานทางการแพทย์ อาหารหรือสิ่งแวดล้อม

Syntheses, chemical and physical properties, bonding between metals and organic ligands; reactions of organometallic compounds of transition metals and metals of the main groups; reaction mechanisms; applications of organometallic compounds in medicinal, food or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. เสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกได้อย่างถูกต้อง
2. เสนอสาเหตุที่เหมาะสมที่มีผลต่อกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกที่กำหนดให้ได้
3. เสนอกรอบแนวคิดที่เป็นไปได้ในการนำสารออร์แกโนเมทัลลิกหรือปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกในการนำไปใช้ในงานทางการแพทย์
4. เขียนอ้างอิงทุกครั้งที่มีการอ้างอิงผลงานผู้อื่นมาเพื่อการนำเสนอ
5. สืบค้นผ่านฐานข้อมูลทางวิชาการเพื่อติดตามความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์จากสารประกอบโคออร์ดิเนชัน
6. นำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของการใช้สารออร์แกโนเมทัลลิกเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. propose mechanism reactions of organometallic compounds correctly.
2. propose appropriate reasons affecting reaction mechanism of the assigned organometallic compounds.
3. propose possible concept ideas of using organometallic compounds or organometallic reactions in medicinal applications.
4. quote (a) reference(s) every time using (a) publication(s) of others.
5. read articles from academic databases to monitor a recent progress in usefulness of organometallic compounds.
6. present a recent progress in usefulness of organometallic compounds both in Thai and English.

- 324-514 โครงสร้างผลึกและการเปลี่ยนเฟสของของแข็ง 2((2)-0-4)
(Structure and Phase Transformation in Solid)
โครงสร้างผลึก ความไม่สมบูรณ์แบบในของแข็งและผลต่อสมบัติทางกายภาพ แผนภาพวัฏภาคในระบบ 2 องค์ประกอบ การเปลี่ยนเฟสในของแข็ง กระบวนการปรับปรุงทางความร้อน
Crystal structure; imperfections in solids and their effects on physical properties; binary phase diagram; phase transformation in solids; heat treatment process
ผู้เรียนสามารถ
1. อธิบายโครงสร้างทางผลึกและความไม่สมบูรณ์ของผลึกได้
 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเฟสของแข็งในกระบวนการทางเคมีได้
 3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
 4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและปฏิกิริยาสถานะของแข็งจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
 5. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและปฏิกิริยาสถานะของแข็งด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
- Students are able to
1. explain the crystal structure and imperfections.
 2. explain the phase transformation in chemical processes.
 3. cite academic publications for presentation correctly.
 4. search academic databases for publications on structure and solid-state reactions.
 5. clearly and accurately present academic publications on structure and solid-state reactions in Thai or English.
- 324-518 หัวข้อเฉพาะทางเคมีอนินทรีย์ 2((2)-0-4)
(Special Topics in Inorganic Chemistry)
ศึกษาและสืบค้นในบางหัวข้อทางเคมีอนินทรีย์ที่น่าสนใจ ที่มีเนื้อหาประยุกต์ใช้งานทางด้านการแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อม หรือพลังงาน
Studying and searching in some topics of interest in inorganic chemistry which implemented in medical, food, environmental, or energy researches
- 324-521 เคมีเชิงฟิสิกส์ขั้นสูง 2((2)-0-4)
(Advanced Physical Chemistry)
หัวข้อขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับเคมีเชิงฟิสิกส์ อุณหพลศาสตร์ ทฤษฎีเคมีไฟฟ้า จลนพลศาสตร์เคมี ประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อตอบสนองต่องานด้านการแพทย์/อาหาร/สิ่งแวดล้อม/พลังงาน
Advanced topics in physical chemistry: thermodynamics; electrochemical theory; chemical kinetics; applications of the chemical reactions for medical/environmental/energy researches
ผู้เรียนสามารถ
1. อธิบายหลักการ และคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องกับอุณหพลศาสตร์ ทฤษฎีเคมีไฟฟ้าและจลนพลศาสตร์เคมีได้อย่างถูกต้อง
 2. ทำนาย วิเคราะห์ปฏิกิริยาหรือเสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
 3. วิเคราะห์การประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีในงานการแพทย์/อาหาร/สิ่งแวดล้อม/พลังงานได้ถูกต้อง
 4. ระบุอ้างอิงข้อมูลที่มาของแหล่งความรู้ได้ถูกต้องตามมาตรฐานสากล
 5. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบค้นบทความทางวิชาการได้อย่างถูกต้องตรงกับหัวข้อที่กำหนดได้

6. นำเสนอหรือรายงานข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษหรือไทยได้อย่างถูกต้อง

Students are able to

1. explain the principles and calculate the values related to thermodynamics, chemical kinetics and electrochemical theory accurately.
2. predict, analyze reactions, or propose mechanisms of reactions correctly.
3. analyze the applications of chemical kinetics reactions for using in medical/food/ environmental/energy correctly.
4. specify the academic references / information using international standard criteria.
5. search the academic information corresponding to the designated topic by using the information technology.
6. present or report the academic information in English or Thai correctly.

324-522 โครงสร้างโมเลกุลและสเปกโทรสโกปี

3((3)-0-6)

(Molecular Structure and Spectroscopy)

ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมของสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุล อิเล็กทรอนิกส์สเปกโทรสโกปี สเปกโทรสโกปีแบบหมุนและแบบสั่น ทฤษฎีกลุ่มทางเคมี

Quantum mechanical theory of molecular spectroscopy; electronic spectroscopy; rotational and vibrational spectroscopy; chemical group theory

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายและคำนวณทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมของสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุล อิเล็กทรอนิกส์สเปกโทรสโกปี สเปกโทรสโกปีแบบหมุนและแบบสั่นได้ถูกต้อง
 2. อธิบายการเกิดอันตรกิริยาของสารกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุลแบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง
 3. เลือกใช้ทฤษฎีกลุ่มทางเคมีวิเคราะห์การเกิดสเปกโทรสโกปีการหมุนและสั่นได้ถูกต้อง
 4. ระบุอ้างอิงข้อมูลที่มาของแหล่งความรู้ได้ถูกต้องตามมาตรฐานสากล
 5. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบค้นบทความทางวิชาการได้อย่างถูกต้องตรงกับหัวข้อที่กำหนดได้
 6. นำเสนอหรือรายงานข้อมูลเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องสเปกโทรสโกปีด้วยภาษาอังกฤษหรือไทยได้อย่างถูกต้อง
- Students are able to
1. describe and calculate the quantum mechanics theory of molecular spectroscopy, electronic spectroscopy, rotational and vibrational spectroscopy precisely.
 2. explain the interactions between the molecules and electromagnetic wave of the various types of molecular spectroscopy correctly.
 3. use chemical group theory to correctly analyze the occurrence of rotational and vibrational spectroscopy.
 4. specify the academic references / information using international standard criteria.
 5. search the academic information corresponding to the designated topic by using the information technology.
 6. present or report the academic information related to spectroscopy in English or Thai correctly.

$$3((2)-2-5)$$

ทฤษฎีการเลี้ยวเบน การประยุกต์เทคนิคการเลี้ยวเบนในปัญหาทางเคมี ทฤษฎีการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ต่อผลึกเดี่ยว เทคนิคการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาโครงสร้างโมเลกุล ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านโครงสร้าง 3 มิติ ของสารเพื่อตอบสนองต่องานด้านการแพทย์และอาหารได้อย่างถูกต้อง

ผู้เรียนสามารถ

- อธิบายการเกิดข้อมูลจากเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผลึกเดี่ยวได้
- หาโครงสร้างสามมิติของสารจากข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ได้
- ระบุความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานสากล และไม่มีอคติ
- ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าเทคนิคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาโครงสร้างผลึกได้
- นำเสนอโครงสร้างผลึกและข้อมูลของระบบผลึกได้ถูกต้อง

1. describe the data generated from a single crystal X-ray diffractometer.
2. solve the three dimensional structures of the compounds from the data of X-ray

3. specify the reliability of information using international standard criteria and without bias.
4. use information technology to search various techniques related to crystal structure determination.
5. present the crystal structure and information of the crystal system correctly.

$$3((3)-0-6)$$

เทคนิคการคำนวณทางคอมพิวเตอร์: วิธีกลศาสตร์โมเลกุล วิธีแอบอินนิซิโอ ทฤษฎีฟังก์ชันนอลความหนาแน่น วิธีโมเลกูลาร์ไดนามิกส์ การทำนายโครงสร้าง พลังงานและคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบโมเลกุล ประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีคำนวณเพื่อตอบสนองต่องานด้านการแพทย์

ผู้เรียนสามารถ

1. ระบุเทคนิคการคำนวณทางคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณคุณสมบัติของโครงสร้างได้ถูกต้อง
2. เมื่อกำหนดบทความทางวิชาการให้ สามารถสรุปกระบวนการวิจัยที่สำคัญได้อย่างถูกต้อง
3. แสดงข้อมูลจากการคำนวณทางคอมพิวเตอร์โดยปราศจากอคติทางวิชาการ
4. สืบค้นบทความทางวิชาการจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้ตรงกับหัวข้อเคมีคำนวณที่กำหนดให้
5. นำเสนอข้อมูลเคมีคำนวณได้ถูกต้องและตรงประเด็น

1. specify computational techniques for calculating structural properties correctly.
2. summarize the main idea of research methodologies from the literature accurately.

3. present computational data objectively, without personal biases.
4. search database for literature on related computational techniques.
5. present computational data correctly and concisely.

324-528 หัวข้อเฉพาะทางเคมีเชิงฟิสิกส์

2((2)-0-4)

(Special Topics in Physical Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นในบางหัวข้อทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่น่าสนใจ เพื่อการประยุกต์ใช้ต่องานด้านการแพทย์/อาหาร/สิ่งแวดล้อม

Studying and searching in some topics of interest in physical chemistry for applications of the chemical reactions for medical/environmental/energy researches

324-531 เคมีอินทรีย์ขั้นสูง

3((3)-0-6)

(Advanced Organic Chemistry)

การอธิบายโครงสร้างโมเลกุลด้วยทฤษฎีพันธะเวเลนซ์ ทฤษฎีออร์บิทัลโมเลกุล สเตอริโอเคมีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการเลือกเกิดปฏิกิริยา เทอร์โมไดนามิกส์และจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ ปฏิกิริยาของสารมัธยันตร์อินทรีย์ ปฏิกิริยาเพริไซคลิก ปฏิกิริยาของสารประกอบออร์แกโนเมทัลลิก

Description of molecular structure using valence bond theory; molecular orbital theory; stereochemistry involving reaction selectivity; thermodynamics and kinetics of organic reactions; reactions of organic intermediates; pericyclic reactions; organometallic reactions

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างโมเลกุลที่มีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมีอินทรีย์เช่น ทฤษฎีพันธะเวเลนซ์ ทฤษฎีออร์บิทัลโมเลกุล เทอร์โมไดนามิกส์และจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ได้ถูกต้อง

2. เสนอปัจจัยที่เหมาะสมที่มีผลต่อสมรรถนะการเลือกเกิดปฏิกิริยา

3. เสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาที่เป็นไปได้ของปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องได้

4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง

5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

6. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. correctly explain theories of molecular structure affecting organic reactions such as valence bond theory, molecular orbital theory, thermodynamics and kinetics of organic reactions.

2. propose appropriate factors on reaction reactivity and selectivity.

3. propose possible reaction mechanisms of relevant organic reactions, pericyclic reactions and organometallic reactions.

4. cite academic publications for presentation correctly.

5. browse academic databases correctly for publications on relevant theory of organic reactions, pericyclic reactions and organometallic reactions.

6. accurately and precisely present data in either Thai or English.

324-532 สเปกโทรสโกปีขั้นสูงในเคมีอินทรีย์

3((3)-0-6)

(Advanced Organic Spectroscopy)

เทคนิคทันสมัยและการประยุกต์ใช้ของอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล อินฟราเรด นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ สเปกโทรสโกปี แมสสเปกโตรเมตรี และเซอร์คิวลาร์ไดโครอิสซึม-อพติคัลโรตาทอรีดิสเพอร์ชันในงานวิจัยทางเคมีอินทรีย์

Modern techniques and applications of ultraviolet- visible, infrared, nuclear magnetic resonance spectroscopy, mass spectrometry and circular dichroism-optical rotatory dispersion in organic chemistry research

ผู้เรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือทางสเปกโทรสโกปีเพื่อใช้ในการอธิบายโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ได้
2. กำหนดโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้ข้อมูลอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล อินฟราเรด นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี แมสสเปกโตรเมตรี และเซอร์คิวลาร์ไดโครอิสซึม-อพติคัลโรตาทอรีดิสเพอร์ชันได้
3. อธิบายหลักการทำงานและเลือกเครื่องมือทางสเปกโทรสโกปีที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดหาโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้อย่างถูกต้อง

6. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. analyze data obtained from spectroscopic equipments for the purposes of structure elucidation of organic compounds.
2. determine chemical structures of organic compounds by using ultraviolet-visible, infrared, nuclear magnetic resonance spectroscopy, mass spectrometry and circular dichroism-optical rotatory dispersion data.
3. explain the working principles and select the relevant spectroscopic equipments suited for the determination the structures of organic compounds.
4. cite academic publications for presentation correctly.
5. browse academic databases correctly for publications on techniques of spectroscopy.
6. accurately and precisely present data in either Thai or English.

324-533 ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่น่าสนใจ

2((2)-0-4)

(Natural Products of Interest)

โครงสร้าง วิถีชีวสังเคราะห์ หลักการที่สำคัญและเทคนิคการแยกให้บริสุทธิ์ ลักษณะเฉพาะทางสเปกโทรสโกปี การปรับเปลี่ยนโครงสร้างและฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่คัดเลือก แนวคิดการนำสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติไปใช้ประโยชน์

Structures; biosynthetic pathways; principles and techniques of purification; spectroscopic characteristics; structural modification and biological activities of selected natural products; concept of natural product utilization

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายโครงสร้าง วิถีชีวสังเคราะห์ และวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะทางสเปกโทรสโกปีของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่คัดเลือกได้

2. เลือกเทคนิคการแยกให้บริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่คัดเลือกได้
3. เสนอแนวคิดในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่คัดเลือก รวมทั้งแนวคิดนำสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติไปใช้ประโยชน์ได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่คัดเลือกได้
6. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่คัดเลือกด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the structures, biosynthetic pathways and analyze the spectroscopic characteristics of selected natural products.
2. select purification techniques of selected natural products.
3. propose the concept of structural modification and biological activities of selected natural products and the concept of natural product utilization.
4. cite academic publications for presentation correctly.
5. search academic databases for publications on selected natural products.
6. clearly and accurately present academic publications on selected natural products in Thai or English.

324-534 อินทรีย์สังเคราะห์ขั้นสูง

2((2)-0-4)

(Advanced Organic Synthesis)

การสังเคราะห์แบบอสมมาตรโดยใช้ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ที่ร่วมสมัยและทันสมัย การประยุกต์ในการสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

Asymmetric synthesis by contemporary and modern organic reactions; applications in natural product synthesis

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการและปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะการเกิดปฏิกิริยาในการสังเคราะห์แบบอสมมาตรได้
2. เลือกใช้ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการออกแบบการสังเคราะห์แบบอสมมาตรของสารประกอบอินทรีย์และสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แบบอสมมาตรได้
5. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แบบอสมมาตรด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the principles and the factors affecting the selectivity in asymmetric synthesis.
2. apply the appropriate organic reactions for the asymmetric synthesis of organic compounds and natural products.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. search academic databases for publications on asymmetric synthesis.
5. clearly and accurately present academic publications on asymmetric synthesis in Thai or English.

324-535 เคมีเฮเทอโรไซคลิกขั้นสูง

2((2)-0-4)

(Advanced Heterocyclic Chemistry)

โครงสร้างของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก สมบัติทางเคมีและปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก
วิธีการสังเคราะห์ที่ทันสมัยของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก

Structures of heterocyclic compounds; chemical properties and chemical reactions of heterocyclic compounds; modern synthetic methodologies of heterocyclic compounds

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายลักษณะเฉพาะและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก เพื่อออกแบบการสังเคราะห์สารประกอบเฮเทอโรไซคลิกที่คัดเลือกได้
2. เสนอแนวทางในการสังเคราะห์และปรับเปลี่ยนโครงสร้างของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกที่คัดเลือกได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกได้
5. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the characteristics and relevant reactions of heterocyclic compounds for the synthetic design of selected heterocyclic compounds.
2. propose the synthesis and structure modification of selected heterocyclic compounds.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. search academic databases for publications on heterocyclic compounds.
5. clearly and accurately present academic publications on heterocyclic compounds in Thai or English.

324-536 ออร์แกโนคะตะลิซิส

2((2)-0-4)

(Organocatalysis)

ออร์แกโนคะตะลิซิสที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นไครัลเอมีน เอ็น-เฮเทอโรไซคลิกคาร์บินและไครัลโมเลกุลขนาดเล็กที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ และการประยุกต์ใช้ในเคมีอินทรีย์สังเคราะห์

Organocatalyses by chiral amine catalysts, N-heterocyclic carbenes and small-molecule chiral hydrogen-bond donors and its application in organic synthesis

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการและปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ที่เร่งด้วยสารประกอบอินทรีย์ขนาดเล็กได้
2. เลือกใช้ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ที่เร่งด้วยสารประกอบอินทรีย์ขนาดเล็กเพื่อใช้ในการออกแบบการสังเคราะห์แบบอสมมาตรของสารประกอบอินทรีย์ได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ที่เร่งด้วยสารประกอบอินทรีย์ขนาดเล็กจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
5. นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับออร์แกโนคะตะลิซิสด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the organic reactions catalyzed by small organic compounds.
2. apply the appropriate organic reactions catalyzed by small organic compounds for the asymmetric synthesis of organic compounds.

3. cite academic publications for presentation correctly.
4. browse academic databases correctly for publications on organocatalysis.
5. accurately and precisely present academic publications on organocatalysis in either Thai or English.

324-538 หัวข้อเฉพาะทางเคมีอินทรีย์ 2((2)-0-4)
(Special Topics in Organic Chemistry I)
ศึกษาและสืบค้นในบางหัวข้อทางเคมีอินทรีย์ที่น่าสนใจ
Studying and searching in some topics of interest in organic chemistry

324-541 การวิเคราะห์โดยวิธีไฟฟ้าเคมี 3((3)-0-6)
(Electrochemical Analysis)

หลักการและแนวคิดในการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าเคมี การประยุกต์ใช้งานของเทคนิคต่าง ๆ ในทางโพลารोगราฟิ
คูโลมบ์เมตรี อิเล็กโทรแกรวิเมตรี โวลแทมเมตรี อิเล็กโตรเคมีคัลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปี การประยุกต์ล่าสุดของเทคนิค
ไฟฟ้าเคมียุคใหม่ในงานทางด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ และอาหาร

Principles and concepts in electrochemical analysis; applications of these techniques in
polarography, coulometry, electrogravimetry, voltammetry, electrochemical impedance spectroscopy,
recent applications of modern electrochemical techniques to environmental, medicinal and food
researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการเชิงลึกของวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้า ประกอบด้วยโวลแทมเมตรี คูโลมบ์เมตรี โพลเทนซิโอเม
ตรี และอิเล็กโตรเคมีคัลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปีได้

2. ประยุกต์ใช้เทคนิคทางเคมีไฟฟ้า สำหรับวิเคราะห์สารที่สนใจในสิ่งแวดล้อม อาหาร และยาได้

3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง

4. นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองปราศจากอคติ

5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้าจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

6. นำเสนอบทความหรือผลการทดลองด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the in-depth principles of electrochemical analysis, including voltammetry,
coulometry, potentiometry, and electrochemical impedance spectroscopy method.

2. apply electrochemical techniques for analyzing target analytes in the environment, food,
and medicine

3. cite academic publications for presentation correctly.

4. present the data without discrepancies.

5. browse academic databases for publications on electrochemical analysis.

6. clearly and accurately present academic publications or experimental data within English.

324-542 การวิเคราะห์โดยวิธีสเปกโทรสโกปี

3((3)-0-6)

(Spectroscopic Analysis)

ทฤษฎีการวัดทางสเปกโทรสโกปี อัตราส่วนสัญญาณต่อการรบกวนสำหรับการวัดของอิมิสชัน แอ็บซอร์พชัน และลูมิเนสเซนซ์ สเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอม การประยุกต์เทคนิคสเปกโทรสโกปีกับงานด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์และอาหาร

Theory of spectroscopic measurement; signal and noise ratio in emission, absorption and luminescent measurement; molecular and atomic spectroscopy, applications of spectroscopic techniques in environmental, medicinal and food researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการและวิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากเครื่องมือในเทคนิคอิมิสชัน แอ็บซอร์พชันและลูมิเนสเซนซ์ สเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอมได้ถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือทางเทคนิคอิมิสชัน แอ็บซอร์พชันและลูมิเนสเซนซ์ สเปกโทรสโกปีเพื่อศึกษาสมบัติเชิงแสงของสารได้ถูกต้อง
3. เสนอแนวทางการใช้เทคนิคอิมิสชัน แอ็บซอร์พชัน และลูมิเนสเซนซ์ สเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอม ในการประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์และอาหารได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โดยเทคนิคอิมิสชัน แอ็บซอร์พชันและลูมิเนสเซนซ์ สเปกโทรสโกปี ในระดับโมเลกุลและอะตอม จากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยเทคนิคอิมิสชัน แอ็บซอร์พชันและลูมิเนสเซนซ์ สเปกโทรสโกปี ในระดับโมเลกุลและอะตอม ด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. correctly describe the principles and analyze the signals of emission, absorption, and luminescent measurements in atomic and molecular levels.
2. properly choose emission, absorption, and luminescent instruments for optical property study of chemical substances.
3. properly propose emission, absorption, and luminescent measurements in atomic and molecular levels for environmental, clinical and food applications.
4. correctly cite academic publications for presentation.
5. search academic databases for publications on emission, absorption, and luminescent measurements in atomic and molecular levels.
6. clearly and accurately present academic publications on emission, absorption, and luminescent measurements in atomic and molecular levels in Thai or English.

324-543 การแยกสารทางเคมี

3((3)-0-6)

(Chemical Separations)

หลักการที่สำคัญของเทคนิคการแยกสาร การกลั่น การสกัด การตกตะกอน การแลกเปลี่ยนไอออน อิเล็กโทรฟอรีซิส อิเล็กโทรลิซิส แก๊สโครมาโทกราฟี ลิควิดโครมาโทกราฟี ซูเปอร์คริติคัลฟลูอิดโครมาโทกราฟีและการแยกอื่น ๆ ที่ได้พัฒนาใหม่เพื่อใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี และการประยุกต์ใช้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ทางการแพทย์ และอาหาร

Principles of separation techniques, distillation, extraction, precipitation, ion-exchange, electrophoresis, electrolysis, gas chromatography, liquid chromatography, supercritical fluid

chromatography and other newly developed separation methods for chemical analysis and applications in environmental, medicinal and food researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการของเทคนิคการแยกทางเคมี เช่น การสกัด การแลกเปลี่ยนไอออน หรือโครมาโทกราฟีได้ถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือในการแยกสารสำหรับการทำคุณภาพวิเคราะห์หรือหาปริมาณวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม
3. เสนอแนวทางการใช้เทคนิคการแยกสารในการประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อม ทางแพทย์และอาหารได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการแยกในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับกับเทคนิคการแยกจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the concept of chemical separation techniques such as extraction, ion-exchange, electrophoresis, or chromatography correctly.
2. choose the instrument involving separation techniques for qualitative analysis or quantitative analysis appropriately.
3. propose the separation techniques to be applied in environmental, medicinal and food research.
4. cite academic publications involving the separation techniques for presentation correctly.
5. browse academic databases for publications involving separation techniques.
6. clearly and accurately present academic publications in English.

324-544 เคมีคัลเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์

2((2)-0-4)

(Chemical Sensors and Biosensors)

หลักการของเซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ออปติคัลเคมีคัลเซนเซอร์ เซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมี เซนเซอร์ ไฟฟ้าเคมี และไบโอเซนเซอร์ การประยุกต์ใช้งานทางสิ่งแวดล้อม ทางแพทย์และกระบวนการผลิต

Principles of various types of sensors: optical chemical sensors, chemical analysis sensors, electrochemical sensors and biosensors; applications of these sensors in environmental analysis, clinical analysis and manufacturing process

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการวิเคราะห์ออปติคัลเคมีคัลเซนเซอร์ เซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมี เซนเซอร์ ไฟฟ้าเคมีและไบโอเซนเซอร์ได้
2. ประยุกต์ใช้เซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมี และไบโอเซนเซอร์ สำหรับวิเคราะห์สารที่สนใจในสิ่งแวดล้อม ทางแพทย์ และอาหารได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองปราศจากอคติ
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ด้วยเซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมีและไบโอเซนเซอร์จากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความหรือผลการทดลองด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the principle of optical chemical sensors, chemical analysis sensors, electrochemical sensors and biosensors.
2. apply chemical analysis sensors and biosensors for analyzing target analytes in the environment, clinical, and food.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. present the data without discrepancies.
5. browse academic databases for publications on chemical analysis sensors and biosensors.
6. clearly and accurately present academic publications or experimental data in English.

324-545 พิษวิทยาในสิ่งแวดล้อม

2((2)-0-4)

(Environmental Toxicology)

สารพิษในอากาศ น้ำและดิน ปฏิกริยาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วิธีทางเคมีที่ใช้และวิธีใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม การใช้สารพิษ และผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

Toxic substances in air, water and soil; interaction and effect on the environment; chemical methods and instrumentation for environmental analysis; toxin usage and impact on human health

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายแหล่งที่มา การแพร่กระจาย การใช้ การตกค้างและการเกิดปฏิกิริยาของสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้
2. อธิบายผลกระทบของสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ได้
3. เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์และเครื่องมือวิเคราะห์สารพิษที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสารพิษในสิ่งแวดล้อมจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain sources, distribution, usages, residual and reaction of toxic substances in the environment.
2. explain the effect of toxic substances on the environment and human health.
3. choose the appropriate analytical method and instrument for the determination of residual toxic substances in the environment.
4. cite academic publications for presentation correctly.
5. search academic publications related to the toxic substance in environment from academic databases.
6. clearly and accurately present academic publications in English.

324-546 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์สารปริมาณน้อย

3((3)-0-6)

(Sample Preparation and Trace Analysis)

หลักการและแนวโน้มวิธีเก็บตัวอย่าง การจัดการตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์และการตรวจวัด การประยุกต์เทคนิควิเคราะห์สารปริมาณน้อยทางโครมาโทกราฟี ไฟฟ้าเคมี และสเปกโทรสโกปี: แก๊สโครมาโทกราฟี ลิควิดโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง ไอออนโครมาโทกราฟี โวลแทมเมตรี อัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตริก อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตริก และแมสสเปกโทรเมตริก และการประยุกต์ใช้ในงานทางด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ อาหารและยา

Principles and trends in sampling; sample pretreatment and preparation; analytical method and detection; applications of analytical techniques for trace analysis: chromatography, electroanalysis and spectroscopy: gas chromatography, high performance liquid chromatography, ion chromatography, voltammetry, ultraviolet- visible spectrophotometry, atomic absorption spectrometry and mass spectrometry and applications in environmental, medicinal, food and drug researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์สารปริมาณน้อยได้
2. เลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์สารปริมาณน้อยได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
5. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain appropriate sampling and sample preparation methods for trace analysis.
2. select the suitable and accurate analytical technique for trace analysis.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. search academic publications related to the sampling and sample preparation methods from academic databases.
5. clearly and accurately present academic publications in English.

324-548 หัวข้อเฉพาะทางเคมีวิเคราะห์ 2((2)-0-4)

(Special Topics in Analytical Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นในบางหัวข้อทางเคมีวิเคราะห์ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ อาหาร และสิ่งแวดล้อม

Studying and searching in some topics of interest in analytical chemistry relating to medicinal, food and environmental researches

324-551 การเปลี่ยนรูปและการกักเก็บพลังงานเคมี 3((3)-0-6)

(Chemical Energy Conversion and Storage)

เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อม การแปรสภาพทางเคมีความร้อนของชีวมวล แบตเตอรี่ ปฏิกริยาเร่งเชิงแสง

Fuel cell; dye sensitization solar cell; thermochemical conversion of biomass; batteries; photocatalytic reactions

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานและปฏิกิริยาในเซลล์เชื้อเพลิง เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบสีย้อม แบตเตอรี่ เทคโนโลยีชีวมวล และตัวเร่งเชิงแสงได้
2. สรุปแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิง เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบสีย้อม แบตเตอรี่ เทคโนโลยีชีวมวล และตัวเร่งเชิงแสงจากบทความที่กำหนดให้ได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปพลังงานจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
5. นำเสนอบทความหรือแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเทคโนโลยีการเปลี่ยนรูปพลังงานด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. describe the principles and chemical reactions involved in fuel cells, dye-sensitized solar cells, batteries, biomass technology, and photocatalyst.
2. summarize the routes for enhancing efficiency in fuel cells, dye-sensitized solar cells, batteries, biomass technology, and photocatalyst as detailed in specific academic publications.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. search academic databases for publications on energy conversion technologies.
5. clearly and accurately present academic publications on enhancing efficiency in conversion technology in Thai or English.

324-552 ชีวมวลและเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพ

3((3)-0-6)

(Biomass and Biofuel Technologies)

ชนิดและคุณสมบัติของชีวมวล การผลิตไบโอดีเซล ไบโอเอทานอล แก๊สชีวภาพและน้ำมันชีวภาพ หลักการและการประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ทางความร้อนและการวิเคราะห์แก๊สที่ปล่อยออกมาสำหรับเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพ

Types and properties of biomass; biodiesel, bioethanol, biogas, and bio-oil production; principles and applications; thermal analysis; evolved gas analysis for biofuel technologies

ผู้เรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ข้อมูลทางความร้อนและแก๊สที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2. อธิบายชนิดและคุณสมบัติของชีวมวลได้อย่างถูกต้อง

3. อธิบายหลักการผลิตและการประยุกต์ใช้ ไบโอดีเซล ไบโอเอทานอล แก๊สชีวภาพและน้ำมันชีวภาพได้อย่างเหมาะสม

4. นำเสนอข้อมูลและอ้างอิงข้อมูลเชิงวิชาการได้อย่างเหมาะสม

5. สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการได้อย่างตรงประเด็น

6. นำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. analyze thermal properties and evolved gas for biofuel technologies correctly.
2. explain types and properties of biomass correctly.
3. explain the fundamentals of the production and application of biodiesel, bioethanol, biogas, and bio-oil production.
4. present the data and cite academic information properly.
5. browse academic databases precisely.
6. accurately and precisely present academic data in English or Thai

324-553 การสังเคราะห์วัสดุอนินทรีย์

3((3)-0-6)

(Synthesis of Inorganic Materials)

หลักการและวิธีการสังเคราะห์วัสดุด้วยปฏิกิริยาสถานะของแข็ง ปฏิกิริยาในสถานะแก๊ส และปฏิกิริยาในสถานะของสารละลาย

Concepts and synthesis methods of materials by solid-state reactions, gas phase reactions and solution phase reactions

ผู้เรียนสามารถ

1. ยืนยันโครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ด้วยเครื่องพิสูจน์เอกลักษณ์สารได้ถูกต้อง
2. อธิบายอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยปฏิกิริยาสถานะของแข็ง วิธีการตกเกาะของไอระเหย และวิธีทางเคมีได้
3. เสนอแนวทางในการสังเคราะห์วัสดุอนินทรีย์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์วัสดุอนินทรีย์จากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความหรือแนวทางการสังเคราะห์วัสดุอนินทรีย์ด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. identify the structures of synthesized products through characterization techniques.
2. explain the effects of parameters on the physical properties of synthesized products prepared by solid-state reaction, vapor deposition, and chemical methods.
3. suggest synthesis routes for inorganic materials based on the specified conditions.
4. cite academic publications for presentation correctly.
5. browse academic databases for publications on inorganic materials synthesis.
6. clearly and accurately present academic publications or synthesis routes on inorganic material synthesis in Thai or English.

324-554 วัสดุนาโนและวัสดุรูพรุนอนินทรีย์

2((2)-0-4)

(Nano and Porous Inorganic Materials)

โครงสร้างและเคมีของวัสดุอนินทรีย์นาโนและรูพรุน

Structure and chemistry of nano and porous inorganic materials

ผู้เรียนสามารถ

1. ยืนยันโครงสร้างของวัสดุอนินทรีย์ก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยเครื่องพิสูจน์เอกลักษณ์สารได้ถูกต้อง
2. อธิบายตัวแปรที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์และสมบัติของซีโอไลต์ วัสดุคาร์บอนและโลหะนาโนได้
3. เสนอแนวทางในการปรับปรุงสมบัติของวัสดุอนินทรีย์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงวัสดุอนินทรีย์จากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความหรือแนวทางการปรับปรุงวัสดุอนินทรีย์ด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. identify the structures of inorganic materials before and after modification using characterization techniques.
2. explain the parameters that affect the synthesis and properties of zeolites, carbon materials, and nano-metals.
3. propose routes for modifying the properties of inorganic materials according to the specified conditions.
4. cite academic publications for presentation correctly.
5. search academic databases for publications on modifying inorganic materials.

6. clearly and accurately present academic publications or methods on modifications of inorganic materials in Thai or English.

324-558 หัวข้อเฉพาะทางเคมีวัสดุ 2((2)-0-4)

(Special Topics in Materials Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นในบางหัวข้อทางเคมีวัสดุที่น่าสนใจ

Studying and searching in some topics of interest in materials chemistry

324-559 หัวข้อเฉพาะทางเคมีพลังงาน 2((2)-0-4)

(Special Topics in Energy Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นในบางหัวข้อทางเคมีพลังงานที่น่าสนใจ

Studying and searching in some topics of interest in energy chemistry

324-681 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1 1(0-2-1)

(Seminar in Chemistry I)

สัมมนาวิชาการทางเคมีโดยนักศึกษาในหัวข้อซึ่งเป็นที่สนใจในปัจจุบัน หรือการค้นพบใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเคมีจากวารสารทางเคมีหรือทางวิทยาศาสตร์ และอภิปรายในชั้นเรียนภายใต้การควบคุมและชี้แนะโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบในการสอน

Seminars given by students on topics of current interest or new findings relevant to chemistry from chemistry or scientific journals and further discussions in class with guidance from staff

ผู้เรียนสามารถ

1. แปลผลข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. อธิบายกลไกของปฏิกิริยาเคมีหรือผลกระทบของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในบทความวิชาการได้

3. สรุปแนวคิดที่สำคัญหรือขั้นตอนในการวิจัยในบทความวิชาการที่น่าสนใจได้

4. เข้าร่วมการสัมมนาทุกครั้ง

5. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง

6. สืบค้นบทความทางวิชาการจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

7. นำเสนอบทความทางวิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

8. ร่วมแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามในระหว่างการสัมมนา

9. ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อจัดสัมมนาได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

Students are able to

1. interpret data obtained by chemical analysis instruments according to academic principles.

2. describe the chemical reaction mechanism or the influence of parameters on the instrumental efficiency in academic publications.

3. summarize the main research concepts or methodologies of selected academic publications.

4. participate in the seminar every time.

5. cite academic publications for presentation correctly.

6. search academic publications from academic databases.

7. clearly and accurately present academic publications in English.

8. participate in the seminar by sharing ideas and answering questions.

9. collaborate with others to organize the seminar.

324-682 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2

1(0-2-1)

(Seminar in Chemistry II)

แนวทางเหมือนวิชา 324-681 แต่เนื้อหาไม่ซ้ำซ้อน

Similar to 324-681 but emphasis on different topics

ผู้เรียนสามารถ

1. แปลผลข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. อธิบายกลไกของปฏิกิริยาเคมีหรือผลกระทบของตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในบทความวิชาการได้

3. สรุปแนวคิดที่สำคัญหรือขั้นตอนในการวิจัยในบทความวิชาการที่นำเสนอได้

4. เข้าร่วมการสัมมนาทุกครั้ง

5. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง

6. สืบค้นบทความทางวิชาการจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

7. นำเสนอบทความทางวิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

8. ร่วมแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามในระหว่างการสัมมนา

9. ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อจัดสัมมนาได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

Students are able to

1. interpret data obtained by chemical analysis instruments according to academic principles.

2. describe the chemical reaction mechanism or the influence of parameters on the instrumental efficiency in academic publications.

3. summarize the main research concepts or methodologies of selected academic publications.

4. participate in the seminar every time.

5. cite academic publications for presentation correctly.

6. search academic publications from academic databases.

7. clearly and accurately present academic publications in English.

8. participate in the seminar by sharing ideas and answering questions.

9. collaborate with others to organize the seminar.

325-691 วิทยานิพนธ์

20(0-60-0)

(Thesis)

การศึกษารวบรวมของนักศึกษาในสาขาเคมี ภายใต้การดูแลและการแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

Research study in chemistry under supervision of corresponding staff

ผู้เรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

2. เลือกใช้สูตรกิริยาระหว่างสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาโจทย์วิจัยได้

3. ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหาโจทย์วิจัยได้ถูกต้องตามระเบียบวิธีวิจัย

4. ทำการทดลองเพื่อพัฒนาสมมติฐานหรือกระบวนการทางเคมีผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทางเคมีเชิง

พลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพ

5. สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการจากฐานข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์

6. สื่อสารและนำเสนอผลการทดลองด้วยภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

7. ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

Students are able to

1. interpret the data obtained by chemical analysis instruments according to academic principles.
2. choose the appropriate interaction or chemical instrument to solve research problems.
3. design the experiments using the research methodology to solve research problems.
4. conduct experiments to enhance the properties of materials or chemical processes using research methodologies to solve problems associated with energy, environment, food, or health.
5. search information from academic research databases to solve problems during the thesis conduction.
6. clearly and precisely communicate and present the experimental results in Thai or English.
7. collaborate with others to complete the dissertation.

รายชื่ออาจารย์ประจำหลักสูตรระดับปริญญาโท
คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

☒ ภาคปกติ

☐ ภาคสมทบ

☒ หลักสูตรปกติ

☐ หลักสูตรนานาชาติ

☐ หลักสูตรภาษาอังกฤษ

☐ หลักสูตรใหม่ พ.ศ.

☒ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2568

1. ศาสตราจารย์ ดร.วรากร ลิ้มบุตร, ปร.ค. (เคมี), ม. สงขลานครินทร์, 2550
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญฤทัย ธาตุเพชร, Ph.D. (Chemistry), U. of California, Irvine, U.S.A., 2553
3. รองศาสตราจารย์ ดร.จงดี บุณนชัย, ปร.ค. (เคมี), ม. สงขลานครินทร์, 2550
4. รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑานันท์ แก้วบำรุง, Ph.D. (Organic Chemistry), U. of Pennsylvania, U.S.A., 2554
5. รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา รุจิราลัย, Ph.D. (Chemistry), U. of Bristol, U.K., 2540
6. รองศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ ภูสันติ, Ph.D. (Chemical Engineering and Applied Chemistry), Aston U., U.K. 2556
7. รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ธร อมรพิทักษ์สุข, Dr. de 3ème cycle (matériaux), U. Montpellier II, France, 2550
8. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา จันทร์พรหมมา, Ph.D. (Chemistry), U. Sains Malaysia, Malaysia, 2547
9. รองศาสตราจารย์ ดร.สุดา จักรทอง, ปร.ค. (เคมีอินทรีย์), ม. มหิดล, 2547
10. รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธา สุวรรณบุรณ์, Dr. de troisieme cycle/ (Chimie des matériaux), U. Montpellier II, France, 2549
11. รองศาสตราจารย์ ดร.แหลมทอง ชื่นชม, Dr. rer. nat. (Physical Chemistry), Justus Liebig U. of Giessen, Germany, 2556
12. รองศาสตราจารย์ ดร.อาภรณ์ นุ่มน่วม, ปร.ค. (เคมี), ม. สงขลานครินทร์, 2551
13. รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส บุญเกิด, ปร.ค. (เคมี), ม. สงขลานครินทร์, 2554
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา ตันสกุล, Ph.D. (Chemistry and Biochemistry), U. of California, Santa Cruz, U.S.A., 2555
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรรศิดา สุขสวัสดิ์, Ph.D. (Chemistry), U. of Edinburgh, U.K., 2558
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นราธิปไตย หลีสกุล, Dr.Techn. (Photochemistry), Graz U. of Technology, Austria, 2550
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดร.พันธุ์ดี วัฒนสิน, ปร.ค. (เคมีวิเคราะห์), ม. มหิดล, 2559
18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวากา สุขพรมมา, ปร.ค. (เคมีอินทรีย์), ม. สงขลานครินทร์, 2548
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนิต ทราชทอง, ปร.ค. (เคมี), ม. สงขลานครินทร์, 2551
20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ เฟื่องคำ, Ph.D. (Electrical and Information Engineering), Niigata U., Japan, 2560
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพล จีระพันธ์, Ph.D.(NanoEngineering) , U of California, San Diego, U.S.A., 2562
22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ ศิริมหาชัย, ปร.ค. (เคมี), ม. สงขลานครินทร์, 2553
23. ดร.เกิ้ลันที เวปุลานนท์, Ph.D. (Chemical and Biological Engineering), U. of Sheffield, U.K., 2554
24. ดร.มรกต แก้วเพชร, Ph.D. (Organic Chemistry), U. of Oxford, U.K., 2553

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs) กลยุทธ์/วิธีการสอน กลยุทธ์/วิธีการวัดและการประเมินผล และตัวชี้วัด

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs)	กลยุทธ์ / วิธีการสอน	กลยุทธ์ / วิธีการวัดและการประเมินผล	ตัวชี้วัด
1) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ	1) สอนโดยการอธิบายหลักการวิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ทางเคมี 2) สอนโดยการยกตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลจากสัญญาณที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างจริง 3) กำหนดสัญญาณที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์เพื่อให้ฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากสัญญาณดังกล่าว	1) ประเมินจากการเขียนหรือพูดอธิบายผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากสัญญาณที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ที่กำหนดให้หรือจากผลการทดลอง	คะแนนผลการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
2) เลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะส่วนในกระบวนการทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ	1) สอนโดยอธิบายการเกิดหรือกลไกของอันตรกิริยา/ปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ 2) สอนโดยอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ทางเคมี 3) สอนโดยการแนะนำหลักการเลือกอันตรกิริยาหรือเครื่องมือเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์สมมติหรือสถานการณ์จริง 4) กำหนดปัญหาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเคมีทั้งระบบแล้วให้ฝึกการเลือกใช้อันตรกิริยาหรือเครื่องมือเพื่อแก้ไขปัญหาที่กำหนดได้	1) ประเมินจากการเลือกใช้อันตรกิริยา/ปฏิกิริยาในการแก้ไขสถานการณ์สมมติหรือปัญหาในการทดลอง 2) ประเมินจากการเลือกใช้เครื่องมือในการแก้ไขสถานการณ์สมมติหรือปัญหาในการทดลอง	คะแนนผลการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ในส่วนของการเลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสารหรือเครื่องมือทางเคมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
3) พัฒนาสมบัติสารหรือกระบวนการทางเคมีผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทางเคมีเชิงพลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพ	1) สอนโดยการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการวิจัย 2) ยกตัวอย่างการใช้กระบวนการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาสมบัติสารหรือกระบวนการทางเคมี 3) กำหนดให้เสนอโครงร่างในการพัฒนาสมบัติสารหรือกระบวนการทางเคมี	1) ประเมินจากการนำเสนอแนวทาง/กระบวนการทดลองในการพัฒนาสมบัติสารหรือกระบวนการทางเคมี 2) ประเมินจากสารผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการทางเคมีที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์	ผลงานวิจัยตีพิมพ์รูปแบบบทความหรือนวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์หรือผลงานทางวิชาการอื่นจำนวน 1 ชิ้น

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs)	กลยุทธ์ / วิธีการสอน	กลยุทธ์ / วิธีการวัดและการประเมินผล	ตัวชี้วัด
	4) กำหนดให้ออกแบบกระบวนการทดลองที่ใช้ในการพัฒนาสมบัติสารหรือกระบวนการทางเคมี		
4) แสดงออกถึงการมีคุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณทางวิชาการ	1) สอนให้ผู้เรียนตระหนักถึงประโยชน์ของการเป็นคนที่มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณทางวิชาการ 2) สอนการเขียนอ้างอิง	1) ประเมินจากการสังเกตหรือการประเมินพฤติกรรมในการเป็นคนที่มีความคุณธรรม จริยธรรม และจริยธรรมทางวิชาการ 2) ประเมินจากการอ้างอิงผลงานทางวิชาการ	คะแนนประเมินพฤติกรรมด้านจริยธรรม ไม่น้อยกว่า 3.0 เต็ม 4.0 โดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	1) สอนการใช้ฐานข้อมูลเพื่อการสืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการ 2) กำหนดให้มีการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำเสนอ/สนับสนุนผลการทดลอง/ออกแบบการทดลอง	1) ประเมินจากความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่สืบค้นได้	คะแนนผลการพิจารณาเล่มวิทยานิพนธ์ ในส่วนของการอ้างอิงข้อมูลประกอบเหตุผลไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
6) สื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น	1) กำหนดให้มีการสื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ	1) ประเมินจากความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการสื่อสารและการนำเสนอ	คะแนนผลการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ในส่วนของการสื่อสารและนำเสนอไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
7) ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของงานที่ได้รับมอบหมาย	1) กำหนดให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	1) ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2) ประเมินจากแบบประเมินเพื่อนประเมินเพื่อน	คะแนนประเมินพฤติกรรมไม่น้อยกว่า 3.0 เต็ม 4.0 โดยเพื่อนร่วมงาน