

ข้อมูลหลักสูตรแต่ละสาขาที่เปิดสอนทุกหลักสูตร/สาขาวิชา
ระดับบัณฑิตศึกษา

ดุษฎีบัณฑิต

หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเคมี (หลักสูตรนานาชาติ)
ชื่อปริญญา (ภาษาไทย)	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เคมี)
ชื่อปริญญา (English)	Doctor of Philosophy (Chemistry)
อักษรย่อปริญญา (ภาษาไทย)	ปร.ด. (เคมี)
อักษรย่อปริญญา (English)	Ph.D. (Chemistry)

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเคมี (หลักสูตรนานาชาติ)

ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

ภาษาไทย	ชื่อเต็ม	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เคมี)
	ชื่อย่อ	ปร.ด. (เคมี)
ภาษาอังกฤษ	ชื่อเต็ม	Doctor of Philosophy (Chemistry)
	ชื่อย่อ	Ph.D. (Chemistry)

ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรฯ มีเป้าหมายในการผลิตดุษฎีบัณฑิตสาขาเคมีที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ สามารถใช้ความรู้ทางเคมีเชิงลึกในการเลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาองค์รวมในกระบวนการทางเคมีได้ถูกต้อง และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมีเพื่อแก้ปัญหามลพิษด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม อาหาร และสุขภาพในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยได้อย่างเหมาะสมบนพื้นฐานของการมีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณทางวิชาการ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี และสามารถเป็นผู้ที่เรียนรู้ได้ตลอดชีวิต โดยหลักสูตรฯ จัดการศึกษาตามแนวทางพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) กล่าวคือ เป็นการพัฒนาผู้เรียนในทุกด้านเพื่อให้พร้อมที่จะอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุขและปรับตัวได้ดีตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

- PLO 1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ
- PLO 2 เลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาแบบองค์รวมในกระบวนการทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
- PLO 3 สร้างองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมีผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อแก้ปัญหามลพิษด้านพลังงาน / สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพ
- PLO 4 แสดงออกถึงการมีคุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณทางวิชาการ
- PLO 5 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการเพื่อการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
- PLO 6 สื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
- PLO 7 ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของงานที่ได้รับมอบหมาย

1. โครงสร้างหลักสูตร

1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

- สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ไม่น้อยกว่า	48	หน่วยกิต
- สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ไม่น้อยกว่า	72	หน่วยกิต

1.2 โครงสร้างหลักสูตร

แผนการศึกษาสำหรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

แผน 1.1	48	หน่วยกิต
- วิทยานิพนธ์	48	หน่วยกิต
324-781 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1* (Seminar in Chemistry I)	1(0-2-1)	
324-782 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2* (Seminar in Chemistry II)	1(0-2-1)	
324-783 สัมมนาวิชาการทางเคมี 3* (Seminar in Chemistry III)	1(0-2-1)	
324-784 สัมมนาวิชาการทางเคมี 4* (Seminar in Chemistry IV)	1(0-2-1)	

* ลงทะเบียนเรียนแบบไม่นับหน่วยกิต (audit) และต้องได้รับสัญลักษณ์ “S”

แผนการศึกษาสำหรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

แผน 2.2	72	หน่วยกิต
- หมวดวิชาบังคับ	8	หน่วยกิต
- หมวดวิชาเลือก ไม่น้อยกว่า	16	หน่วยกิต
- วิทยานิพนธ์	48	หน่วยกิต

1.3 รายวิชา

แผน 2.2

หมวดวิชาบังคับ

324-500 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)	2((2)-0-4)
324-781 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1 (Seminar in Chemistry I)	1(0-2-1)
324-782 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2 (Seminar in Chemistry II)	1(0-2-1)
324-783 สัมมนาวิชาการทางเคมี 3 (Seminar in Chemistry III)	1(0-2-1)
324-784 สัมมนาวิชาการทางเคมี 4 (Seminar in Chemistry IV)	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 16 หน่วยกิต

(ต้องเป็นรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและเครื่องมือทางเคมีไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต)

รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและเครื่องมือทางเคมี

- | | | |
|---------|--|------------|
| 324-702 | เทคนิคทางเคมี-ฟิสิกส์สำหรับนักเคมี
(Physico-chemical Techniques for Chemists) | 3((3)-0-6) |
| 324-703 | เทคนิคการตรวจลักษณะเฉพาะทางกายภาพและทางเคมี
(Physical and Chemical Characterization Techniques) | 3((3)-0-6) |
| 324-723 | ชุดวิชาผลึกศาสตร์รังสีเอกซ์ขั้นสูง
(Module: Advanced X-ray Crystallography) | 3((2)-2-5) |
| 324-731 | สเปกโทรสโกปีขั้นสูงในเคมีอินทรีย์
(Advanced Organic Spectroscopy) | 3((3)-0-6) |
| 324-745 | การวิเคราะห์โดยวิธีไฟฟ้าเคมี
(Electrochemical Analysis) | 3((3)-0-6) |
| 324-746 | การวิเคราะห์โดยวิธีสเปกโทรสโกปี
(Spectroscopic Analysis) | 3((3)-0-6) |
| 324-747 | การแยกสารทางเคมี
(Chemical Separations) | 3((3)-0-6) |

รายวิชาเลือกอื่น ๆ

- | | | |
|---------|---|------------|
| 324-711 | เคมีอนินทรีย์ขั้นสูง
(Advanced Inorganic Chemistry) | 4((4)-0-8) |
| 324-712 | เคมีซูพราโมเลกุลขั้นสูง
(Advanced Supramolecular Chemistry) | 2((2)-0-4) |
| 324-713 | สารออร์แกโนเมทัลลิก
(Organometallic Compounds) | 2((2)-0-4) |
| 324-714 | โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงเฟสของโลหะผสม
(Structure and Phase Transformation in Alloys) | 2((2)-0-4) |
| 324-718 | หัวข้อทันสมัยทางเคมีอนินทรีย์
(Current Topics in Inorganic Chemistry) | 2((2)-0-4) |
| 324-721 | เคมีเชิงฟิสิกส์ขั้นสูงและการประยุกต์
(Advanced Physical Chemistry and Applications) | 2((2)-0-4) |

324-722	กลศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีกลุ่มทางเคมีสำหรับ สเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุล (Quantum Mechanics and Chemical Group Theory for Molecular Spectroscopy)	3((3)-0-6)
324-724	เคมีคำนวณและการประยุกต์ใช้ขั้นสูง (Advanced Computational Chemistry and Applications)	3((3)-0-6)
324-728	หัวข้อทันสมัยทางเคมีเชิงฟิสิกส์ (Current Topics in Physical Chemistry)	2((2)-0-4)
324-732	วิธีการสังเคราะห์ทางเคมีอินทรีย์ (Synthetic Methodologies in Organic Chemistry)	3((3)-0-6)
324-738	หัวข้อทันสมัยทางเคมีอินทรีย์ (Current Topics in Organic Chemistry)	3((3)-0-6)
324-742	เคมีเซ็นเซอร์และไบโอเซ็นเซอร์ขั้นสูง (Advanced Chemical Sensors and Biosensors)	2((2)-0-4)
324-743	เคมีสิ่งแวดล้อมและพิษวิทยา (Environmental Chemistry and Toxicology)	2((2)-0-4)
324-744	การวิเคราะห์สารปริมาณน้อย (Trace Analysis)	3((3)-0-6)
324-748	หัวข้อทันสมัยทางเคมีวิเคราะห์ (Current Topics in Analytical Chemistry)	2((2)-0-4)
324-751	เคมีของการเปลี่ยนรูปและการกักเก็บพลังงาน (Chemistry for Energy Conversion and Storage)	3((3)-0-6)
324-752	เทคโนโลยีพลังงานชีวภาพและเทคนิคการวิเคราะห์ (Bioenergy Technology and Analytical Techniques)	3((3)-0-6)
324-753	การสังเคราะห์วัสดุ (Material Synthesis)	3((3)-0-6)
324-754	วัสดุอนินทรีย์ (Inorganic Materials)	2((2)-0-4)
324-758	หัวข้อทันสมัยทางเคมีวัสดุ (Current Topics in Materials Chemistry)	2((2)-0-4)
324-759	หัวข้อทันสมัยทางเคมีพลังงาน (Current Topics in Energy Chemistry)	2((2)-0-4)

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

หมวดวิทยานิพนธ์

325-791	วิทยานิพนธ์ (Thesis)	48(0-144-0)
---------	-------------------------	-------------

3. แผนการศึกษา

แผน 1.1

ชั้นปีที่ 1

ภาคการศึกษาที่ 1

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	
324-781 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1* (Seminar in Chemistry I)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	8(0-24-0)

* ลงทะเบียนเรียนแบบไม่นับหน่วยกิต (audit) และต้องได้รับสัญลักษณ์ “S”

ภาคการศึกษาที่ 2

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	
324-782 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2* (Seminar in Chemistry II)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	8(0-24-0)

* ลงทะเบียนเรียนแบบไม่นับหน่วยกิต (audit) และต้องได้รับสัญลักษณ์ “S”

ชั้นปีที่ 2

ภาคการศึกษาที่ 1

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	
324-783 สัมมนาวิชาการทางเคมี 3* (Seminar in Chemistry III)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	8(0-24-0)

* ลงทะเบียนเรียนแบบไม่นับหน่วยกิต (audit) และต้องได้รับสัญลักษณ์ “S”

ภาคการศึกษาที่ 2

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

324-784 สัมมนาวิชาการทางเคมี 4*
(Seminar in Chemistry IIII)

1(0-2-1)

325-791 วิทยานิพนธ์
(Thesis)

8(0-24-0)

รวม

8(0-24-0)

* ลงทะเบียนเรียนแบบไม่นับหน่วยกิต (audit) และต้องได้รับสัญลักษณ์ “S”

ชั้นปีที่ 3

ภาคการศึกษาที่ 1

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

325-791 วิทยานิพนธ์
(Thesis)

8(0-24-0)

รวม

8(0-24-0)

ภาคการศึกษาที่ 2

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

325-791 วิทยานิพนธ์
(Thesis)

8(0-24-0)

รวม

8(0-24-0)

แผน 2.2

ชั้นปีที่ 1

ภาคการศึกษาที่ 1

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

324-500 ระเบียบวิธีวิจัย
(Research Methodology)

2((2)-0-4)

324-5xx วิชาบังคับ

2((x)-y-z)

325-7xx วิชาเลือก

6((x)-y-z)

รวม

10((x)-y-z)

ภาคการศึกษาที่ 2

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)

324-7xx วิชาเลือก

10((x)-y-z)

รวม

10((x)-y-z)

ชั้นปีที่ 2

ภาคการศึกษาที่ 1

	จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)
324-781 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1 (Seminar in Chemistry I)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	9(0-26-1)

ภาคการศึกษาที่ 2

	จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)
324-782 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2 (Seminar in Chemistry II)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	9(0-26-1)

ชั้นปีที่ 3

ภาคการศึกษาที่ 1

	จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)
324-783 สัมมนาวิชาการทางเคมี 3 (Seminar in Chemistry III)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	9(0-26-1)

ภาคการศึกษาที่ 2

	จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)
324-784 สัมมนาวิชาการทางเคมี 4 (Seminar in Chemistry IIII)	1(0-2-1)
325-791 วิทยานิพนธ์ (Thesis)	8(0-24-0)
รวม	9(0-26-1)

ชั้นปีที่ 4

ภาคการศึกษาที่ 1

325-791 วิทยานิพนธ์
(Thesis)

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)
8(0-24-0)

รวม 8(0-24-0)

ภาคการศึกษาที่ 2

325-791 วิทยานิพนธ์
(Thesis)

จำนวนหน่วยกิต (ทฤษฎี - ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)
8(0-24-0)

รวม 8(0-24-0)

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. เขียนรายงานการวิจัยด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องตามจรรยาบรรณการวิจัย

4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้องตามจรรยาบรรณการวิจัย

5. นำเสนอข้อมูลจากการสืบค้นและบทความที่เกี่ยวข้องกับเคมีเชิงพลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพได้ด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

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 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 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. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น
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 English.
6. work with others to complete the assigned task.

324-504 ความเป็นกลางทางคาร์บอน

2((2)-0-4)

(Carbon Neutrality)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ กลไกการลดก๊าซเรือนกระจก คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คาร์บอนเครดิต และ แนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

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 เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเพื่อบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และ กลไกการลดก๊าซเรือนกระจกได้อย่างตรงประเด็น
2. อภิปรายความหมายและความสำคัญของคาร์บอนฟุตพริ้นท์และคาร์บอนเครดิตได้อย่างถูกต้อง
3. ระบุแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกและคำนวณปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เบื้องต้นได้ตามข้อกำหนดมาตรฐาน
4. นำเสนอข้อมูลและอ้างอิงข้อมูลเชิงวิชาการได้อย่างเหมาะสม
5. สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้อย่างตรงประเด็น
6. นำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
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.
7. work as a team member to complete the assigned task.

324-702 เทคนิคทางเคมี-ฟิสิกส์สำหรับนักเคมี

3((3)-0-6)

(Physico-chemical Techniques for Chemists)

อันตรกิริยาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ กับสสาร การยืนยันลักษณะเฉพาะและการระบุเอกลักษณ์ของสารประกอบบนพื้นฐานของวิธีการดูดกลืน การปลดปล่อย และอัตราส่วนของมวลต่อประจุ เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม หรือพลังงาน

Interaction of different forms of electromagnetic radiation with matter; characterization and identification of compounds using absorption, emission and mass-to-charge ratio based methods for applications in medical, environmental or energy researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของอันตรกิริยาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ กับสสาร การยืนยันลักษณะเฉพาะและการระบุเอกลักษณ์ของสารประกอบบนพื้นฐานของวิธีการดูดกลืน การปลดปล่อย และอัตราส่วนของมวลต่อประจุได้
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสสารจากเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับอันตรกิริยาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ กับสสาร การยืนยันลักษณะเฉพาะและการระบุเอกลักษณ์ของสารประกอบบนพื้นฐานของวิธีการดูดกลืน การปลดปล่อย และอัตราส่วนของมวลต่อประจุได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีจากฐานข้อมูลวิชาการได้
5. นำเสนอบทความหรือผลการทดลองด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the principles of various interactions between electromagnetic waves and matter, the identification of unique characteristics, and the determination of compound identities based on absorption, emission, and mass-to-charge ratio based methods.
2. analyze the chemical and physical properties of matter using instruments related to various interactions between electromagnetic waves and matter, the identification of unique characteristics, and the determination of compound identities based on absorption, emission, and mass-to-charge ratio based methods.
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 English.

324-703 เทคนิคการตรวจลักษณะเฉพาะทางกายภาพและทางเคมี

3((3)-0-6)

(Physical and Chemical Characterization Techniques)

รูปแบบการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ รูปภาพที่เกิดจากสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิและอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ การวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์ฟลูออเรสเซนซ์ การวิเคราะห์พฤติกรรมทางความร้อน การหาพื้นที่ผิวและขนาดอนุภาค ลักษณะของพื้นผิว เพื่อประยุกต์ใช้งานทางด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม หรือพลังงาน

X-ray diffraction pattern; image from secondary electron and back-scattered electron; chemical analysis by x-ray fluorescence; thermal behavior; determination of surface area and particle size; surface topography 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 และ เครื่องวิเคราะห์เชิงความร้อนได้

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 in English.

324-711 เคมีอนินทรีย์ขั้นสูง

4((4)-0-8)

(Advanced Inorganic Chemistry)

ทฤษฎีพันธะเวเลนซ์ ทฤษฎีสนามผลึก ทฤษฎีออร์บิทัลเชิงโมเลกุล สมบัติการดูดกลืนแสง สมบัติแม่เหล็ก การนำจลนศาสตร์เคมีไปใช้ในการตรวจหากลไกปฏิกิริยา การถ่ายโอนอิเล็กตรอนเหนี่ยวนำโดยแสง ปฏิกิริยาที่เกิดเร็ว เคมีของโลหะแลนทาไนด์ แอคทิไนด์ หัวข้อใหม่อื่น ๆ ของสารประกอบโคออร์ดิเนชันที่น่าสนใจ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานทางการแพทย์หรือสิ่งแวดล้อม

Valence bond theory; crystal field theory; molecular orbital theory; absorption property; magnetic property; application of kinetics towards the determination of reaction mechanisms; photo-induced electron transfer; fast kinetic reactions; chemistry of lanthanide actinide elements; new aspects of current interest in coordination compounds involving medical or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. เสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโคออร์ดิเนชันได้อย่างถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือในการระบุกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารประกอบโคออร์ดิเนชันที่กำหนดให้ได้อย่าง

เหมาะสม

3. เสนอกรอบแนวคิดในการใช้ทฤษฎีการเกิดพันธะเพื่ออธิบายสมบัติแม่เหล็กและสมบัติเชิงแสงของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน และธาตุในกลุ่ม f-block ได้ถูกต้อง
4. เขียนอ้างอิงทุกครั้งที่มีการอ้างอิงผลงานผู้อื่นมาเพื่อการนำเสนอ
5. สืบค้นบทความทางวิชาการผ่านฐานข้อมูลทางวิชาการเพื่อติดตามความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์จากสารประกอบโคออร์ดิเนชัน
6. นำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของการใช้สารประกอบโคออร์ดิเนชันเป็นภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. propose a mechanism of reactions 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. search articles from academic databases to monitor a recent progress in usefulness of coordination compounds.
6. present a recent progress in usefulness of coordination compounds in English correctly and precisely.

324-712 เคมีซูพราโมเลกุลขั้นสูง

2((2)-0-4)

(Advanced Supramolecular Chemistry)

อันตรกิริยาที่ไม่ใช่โควาเลนต์ การจดจำโมเลกุล การประกอบตัวเองของโมเลกุล เทคนิคการทดลองสำหรับการวิเคราะห์ระบบเชิงซูพราโมเลกุล เครื่องมือซูพราโมเลกุล และการประยุกต์ใช้เคมีซูพราโมเลกุลในงานทางด้านการแพทย์หรือสิ่งแวดล้อม

Non-covalent interactions; molecular recognition; spontaneous association of molecules; experimental techniques for the analysis of supramolecular systems; supramolecular devices and applications of supramolecules in medical or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายอันตรกิริยาที่ไม่ใช่โควาเลนต์ การจดจำโมเลกุล การประกอบตัวเองของโมเลกุลได้
2. แปลผลข้อมูลจากเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีเพื่ออธิบายอันตรกิริยาที่เกิดขึ้นในระบบซูพราโมเลกุลได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

3. เสนอแนวทางการออกแบบเครื่องมือระดับโมเลกุลภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดได้

4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเคมีซูพราโมเลกุลจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

5. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง

6. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับเคมีซูพราโมเลกุลด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the non-covalent interactions, molecular recognition, and spontaneous association of molecules.

2. interpret data obtained by chemical analysis instruments to describe occurred interactions in supramolecular systems 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 English.

324-713 สารออร์แกโนเมทัลลิก

2((2)-0-4)

(Organometallic Compounds)

ปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกของโลหะทรานซิชันและโลหะในกลุ่มหลัก การสังเคราะห์ พันธะระหว่างโลหะกับลิแกนด์อินทรีย์ การใช้ประโยชน์สารออร์แกโนเมทัลลิกในงานทางการแพทย์ อาหารหรือสิ่งแวดล้อม

Reactions of organometallic compounds of transition metals and metals of the main groups; synthesis, bonding between metals and organic ligands; applications of organometallic compounds in medical, food or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. เสนอกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกได้อย่างถูกต้อง
 2. เสนอสาเหตุที่เหมาะสมที่มีผลต่อกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกที่กำหนดให้ได้
 3. เสนอกรอบแนวคิดที่เป็นไปได้ ในการนำสารออร์แกโนเมทัลลิกหรือปฏิกิริยาของสารออร์แกโนเมทัลลิกในการนำไปใช้ในงานทางการแพทย์
 4. เขียนอ้างอิงทุกครั้งที่มีการอ้างอิงผลงานผู้อื่นมาเพื่อการนำเสนอ
 5. อ่านบทความทางวิชาการจากการสืบค้นผ่านฐานข้อมูลทางวิชาการเพื่อติดตามความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์จากสารประกอบโคออร์ดิเนชัน
 6. นำเสนอข้อมูลความก้าวหน้าของการใช้สารออร์แกโนเมทัลลิกเป็นภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น
- 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 in English.

324-714 โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงของโลหะผสม

2((2)-0-4)

(Structure and Phase Transformation in Alloys)

โครงสร้างผลึกและความไม่สมบูรณ์ของผลึกโลหะและโลหะผสม แผนภาพวัฏภาคและโครงสร้างระดับจุลภาค การแพร่และการเปลี่ยนแปลง กระบวนการปรับปรุงทางความร้อนของโลหะผสม

Crystal structures and imperfections in metal and alloys; phase diagram and microstructure; diffusion and phase transformation; heat treatment of alloys

- ผู้เรียนสามารถ
1. อธิบายโครงสร้างทางผลึกและความไม่สมบูรณ์ของผลึกได้
 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเฟสของแข็งในกระบวนการทางเคมีได้
 3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
 4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและปฏิกิริยาสถานะของแข็งจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
 5. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและปฏิกิริยาสถานะของแข็งด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

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 English.

324-718 หัวข้อทันสมัยทางเคมีอนินทรีย์ 2((2)-0-4)

(Current Topics in Inorganic Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นหัวข้อที่ทันสมัยทางเคมีอนินทรีย์ ที่มีเนื้อหาประยุกต์ใช้งานทางด้านการแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อม หรือพลังงาน

Studying and searching in current topics in inorganic chemistry which implemented in medical, food, environmental or energy researches

324-721 เคมีเชิงฟิสิกส์ขั้นสูงและการประยุกต์ 2((2)-0-4)

(Advanced Physical Chemistry and Applications)

หัวข้อขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับเคมีเชิงฟิสิกส์และการประยุกต์ใช้ อุณหพลศาสตร์ ทฤษฎีเคมีไฟฟ้าและศักย์พื้นผิว จลนพลศาสตร์เคมีของปฏิกิริยาซับซ้อน ประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อตอบสนองต่องานทางการแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อมหรือพลังงาน

Advanced topics in physical chemistry and applications; thermodynamics; electrochemical theory and surface potentials; chemical kinetics of complex reactions; applications of the chemical reactions for medical, food, environment or energy researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายและคำนวณค่าอุณหพลศาสตร์ ทฤษฎีเคมีไฟฟ้าและศักย์พื้นผิว จลนพลศาสตร์เคมีของปฏิกิริยาซับซ้อนได้
2. เสนอแนวการประยุกต์ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อตอบสนองต่องานทางการแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อม หรือพลังงานได้
3. ระบุอ้างอิงข้อมูลที่มาของแหล่งความรู้ได้ถูกต้องตามมาตรฐานสากล
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบค้นบทความทางวิชาการได้อย่างถูกต้องตรงกับหัวข้อที่กำหนดได้
5. นำเสนอหรือรายงานข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้อง

Students are able to

1. explain and calculate the values related to thermodynamics, electrochemical theory and surface potentials, chemical kinetics of complex reactions precisely.

2. propose guidelines for applying chemical kinetics to use in medical, food, environmental or energy applications correctly.
3. specify the academic references / information using international standard criteria.
4. search academic articles corresponding to the proposed topic by using information technology.
5. present or report the academic information in English correctly.

324-722 กลศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีกลุ่มทางเคมีสำหรับสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุล 3((3)-0-6)

(Quantum Mechanics and Chemical Group Theory for Molecular Spectroscopy)

การประยุกต์ทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีกลุ่มทางเคมีในสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุล อิเล็กทรอนิกส์สเปกโทรสโกปี สเปกโทรสโกปีแบบหมุนและแบบสั่น

Applications of quantum mechanics and chemical group theory in molecular spectroscopy; electronic spectroscopy; rotational and vibrational spectroscopies

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายและคำนวณทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีกลุ่มทางเคมีในการวิเคราะห์สเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุลได้ถูกต้อง
2. อธิบายการเกิดอันตรกิริยาของโมเลกุลหลายอะตอมกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของสเปกโทรสโกปีเชิงโมเลกุลแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
3. สามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีกลุ่มทางเคมีวิเคราะห์การเกิดสเปกโทรสโกปีการหมุนและสั่นของโมเลกุลที่ซับซ้อนได้ถูกต้อง
4. ระบุอ้างอิงข้อมูลที่มาของแหล่งความรู้ได้ถูกต้องตามมาตรฐานสากล
5. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสืบค้นบทความทางวิชาการได้อย่างถูกต้องตรงกับหัวข้อที่กำหนดได้
6. นำเสนอหรือรายงานข้อมูลเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องสเปกโทรสโกปีด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้อง

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 polyatomic molecules and electromagnetic radiation of the various types of molecular spectroscopy correctly.
3. use chemical group theory to correctly analyze the occurrence of rotational and vibrational spectroscopy of the complex molecules.
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 correctly.

324-723 ชุดวิชาฟิสิกส์รังสีเอกซ์ขั้นสูง 3((2)-2-5)
(Module: Advanced X-ray Crystallography)

การประยุกต์เทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ต่อผลึกเดี่ยวในการแก้ปัญหาทางโครงสร้างขั้นสูง วิเคราะห์การเรียงตัวไม่เป็นระเบียบของโครงสร้างแบบต่าง ๆ การแก้ปัญหาข้อมูลการเลี้ยวเบนของตัวอย่างด้วยโปรแกรมเฉพาะและการเตรียมผลการวิเคราะห์งานเพื่อรายงานผลตามหลักผลึกสากล ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านโครงสร้าง 3 มิติ ของสารเพื่อตอบสนองต่องานทางการแพทย์และอาหารได้อย่างถูกต้อง

Applications of single crystal X-ray diffraction technique to solve advanced structural problems; analyzing various disordered structures; solving the problem of diffraction data with the specific programs and preparing results according to the international crystallographic report; applications of the knowledge of three dimensional molecular structure for medical and food science correctly

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายการเกิดข้อมูลจากเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ของผลึกเดี่ยวได้
2. หาโครงสร้างสามมิติของสารที่มีโมเลกุลซับซ้อนได้ จากข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ได้

3. ระบุความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานสากล และไม่มีอคติ
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าเทคนิคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาโครงสร้างผลึกได้
5. นำเสนอโครงสร้างผลึกและข้อมูลของระบบผลึกด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้อง

Students are able to

1. describe the data generated from a single crystal X-ray diffractometer.
2. solve the three dimensional structures of the complex molecules from the data of X-ray diffractometer.
3. specify the reliability of information using international standard criteria and without bias.
4. use information technology to research various techniques related to crystal structure determination.
5. present the crystal structure and information of the crystal system in English correctly.

324-724 เคมีคำนวณและการประยุกต์ใช้ขั้นสูง

3((3)-0-6)

(Advanced Computational Chemistry and Applications)

เทคนิคการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ขั้นสูง วิธีกลศาสตร์โมเลกุล วิธีแอบอินิซิโอ ทฤษฎีฟังก์ชันนอลความหนาแน่น วิธีโมเลกุลาร์ไดนามิกส์ วิธีลูกผสมกลศาสตร์ควอนตัมและกลศาสตร์โมเลกุล วิธีโมเลกุลาร์ต็อคกิง วิธีคำนวณพลังงานอิสระ การทำนายโครงสร้าง พลังงาน คุณสมบัติเชิงอิเล็กทรอนิกส์ และกลไกปฏิกิริยาทางเคมีของระบบโมเลกุลประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีคำนวณเพื่อตอบสนองต่องานทางการแพทย์

Advanced computational techniques molecular mechanics, ab initio, density functional theory, molecular dynamics, hybrid qm/mm method, molecular docking, free energy calculation methods; prediction of structures, energies, electronic properties and chemical reaction pathways of molecular systems; application of the knowledge of computational chemistry for medical research

ผู้เรียนสามารถ

1. เลือกใช้เทคนิคการคำนวณทางคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณคุณสมบัติของโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง
2. เมื่อกำหนดบทความทางวิชาการให้ สามารถสรุปกระบวนการวิจัยที่สำคัญได้อย่างถูกต้อง
3. เสนอแนวทางการปรับปรุงการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ให้มีผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากขึ้นในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์ได้

4. แสดงข้อมูลจากการคำนวณทางคอมพิวเตอร์โดยปราศจากอคติทางวิชาการ
5. สืบค้นบทความทางวิชาการจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้ตรงกับหัวข้อเคมีคำนวณที่กำหนดให้
6. นำเสนอข้อมูลเคมีคำนวณเป็นภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

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

- propose alternative computational methods to enhance results in the medical research fields.
- present computational data objectively, without personal biases.
- search database for literature on related computational techniques.
- present computational data in English correctly and concisely.

324-728 หัวข้อทันสมัยทางเคมีเชิงฟิสิกส์

2((2-0-4)

(Current Topics in Physical Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นหัวข้อที่ทันสมัยทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ อาหาร และสิ่งแวดล้อม

Studying and searching in current topics in physical chemistry involving the applications of the chemical reactions for medical, environment and energy researches

324-731 สเปกโทรสโกปีขั้นสูงในเคมีอินทรีย์

3((3)-0-6)

(Advanced Organic Spectroscopy)

เทคนิคทันสมัยและการประยุกต์ใช้ของอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล อินฟราเรด นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ สเปกโทรสโกปี แมสสเปกโตรเมตรี และเซอร์คิวลาร์ไดโครอิสซึม-ออปติคัลโรตาทอรีดีสเพอร์ชันในงานวิจัยทางเคมีอินทรีย์

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

- วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือทางสเปกโทรสโกปีเพื่อใช้ในการอธิบายโครงสร้างสารประกอบอินทรีย์ได้
- กำหนดโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ โดยใช้ข้อมูลอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิล อินฟราเรด นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี แมสสเปกโตรเมตรี และเซอร์คิวลาร์ไดโครอิสซึม-ออปติคัลโรตาทอรีดีสเพอร์ชันได้
- อธิบายหลักการทำงานและเลือกเครื่องมือทางสเปกโทรสโกปีที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดหาโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ได้
- อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
- สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้อย่างถูกต้อง

- นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

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

324-732 วิธีการสังเคราะห์ทางเคมีอินทรีย์

3((3)-0-6)

(Synthetic Methodologies in Organic Chemistry)

การวางแผน วิธีการสังเคราะห์และเทคนิคที่ทันสมัยทางเคมีอินทรีย์และการสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหรือสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อประยุกต์ใช้ทางอาหารและยา

Synthetic plans, modern methodologies and techniques in organic chemistry and synthesis of natural products or biological active compounds for applications in food and drugs

ผู้เรียนสามารถ

1. เสนอแผนการสังเคราะห์สารเป้าหมายโดยใช้ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์และปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องได้
2. เลือกใช้วิธีการสังเคราะห์และเทคนิคที่ทันสมัยทางเคมีอินทรีย์เพื่อใช้ในการออกแบบการสังเคราะห์สารเป้าหมายได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหรือสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อการประยุกต์ใช้ทางอาหารและยาได้
5. นำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อการประยุกต์ใช้ทางอาหารและยาเป็นภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. propose the synthetic plans of target compounds using organic and related reactions.
2. apply appropriate modern methodologies and techniques in organic chemistry for the efficient synthesis of target compounds.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. search academic databases for publications on synthesis of natural products and or biological active compounds for applications in food and drugs.
5. clearly and accurately present academic publications on synthesis of natural products and or biological active compounds for applications in food and drugs in English.

324-738 หัวข้อทันสมัยทางเคมีอินทรีย์

3((3)-0-6)

(Current Topics in Organic Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นหัวข้อที่ทันสมัยทางเคมีอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติหรือสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ

Studying and searching in current topics in organic chemistry involving the synthesis of natural products and biological active compounds

324-742 เคมีคัลเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ขั้นสูง

2((2)-0-4)

(Advanced Chemical Sensors and Biosensors)

แนวคิดและทฤษฎีขั้นสูงของเคมีคัลเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์โดยเน้นการประยุกต์ใช้เคมีคัลเซนเซอร์และไบโอเซนเซอร์ในงานทางด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ อาหารและยา นิติวิทยาศาสตร์ และกระบวนการผลิต

Advanced concepts and theories of chemical sensors and biosensors, emphasized on applications of chemical sensors and biosensors to environment, medicine, food and drugs, forensic science and manufacturing process

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการของเซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมีและไบโอเซนเซอร์ได้

2. ประยุกต์ใช้เซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมีและไบโอเซนเซอร์สำหรับวิเคราะห์สารที่สนใจในสิ่งแวดล้อม การแพทย์ อาหารและยา นิติวิทยาศาสตร์ และกระบวนการผลิตได้
 3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
 4. นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลองปราศจากอคติ
 5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ด้วยเซนเซอร์วิเคราะห์ทางเคมีและไบโอเซนเซอร์ จากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
 6. นำเสนอบทความหรือผลการทดลองด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
- Students are able to
1. explain the principle of chemical analysis sensors and biosensors.
 2. apply chemical analysis sensors and biosensors for analyzing target analytes in the medicine, food and drugs, forensic science and manufacturing process.
 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 within English.

324-743 เคมีสิ่งแวดล้อมและพิษวิทยา

2((2)-0-4)

(Environmental Chemistry and Toxicology)

สารเคมีในสิ่งแวดล้อม ปฏิกริยาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้สารเคมี วิธีทางเคมีและเครื่องมือวิเคราะห์ความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ การประเมินความเสี่ยง

Chemical substances in environment; interaction and effect on the environment; chemicals usage; chemical methods and instrumentation for environmental analysis; impact on human health; risk assessment

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายการแพร่กระจาย การใช้ การตกค้างและการเกิดปฏิกิริยาของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมได้
 2. อธิบายผลกระทบและประเมินความเสี่ยงของสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ได้
 3. เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์และเครื่องมือวิเคราะห์สารพิษที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง
 4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
 5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสารพิษในสิ่งแวดล้อมจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
 6. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น
- Students are able to
1. explain the distribution, usages, residual and reaction of chemical substances in the environment.
 2. explain the effect and evaluate the risk of toxic substances to 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 substances in environment from academic databases.
 6. clearly and accurately present academic publications in English.

(Trace Analysis)

การเก็บตัวอย่าง การจัดการตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง การตรวจวัดและวิเคราะห์แก๊ส สารอินทรีย์ ธาตุ และโลหะหนักบางชนิดที่มีปริมาณน้อยในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม การแพทย์ อาหารและยา เทคนิคการวิเคราะห์สารปริมาณน้อยและการประยุกต์ ได้แก่ โครมาโทกราฟี ไฟฟ้าเคมี และสเปกโทรสโกปี อภิปรายและอภิปรายปัญหาของวิธีการวิเคราะห์ขั้นสูงจากบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารทั้งในและต่างประเทศ

Sampling; sample pretreatment and preparation; detection and analysis of trace gases, trace organic compounds and trace elements in the environmental, medical, food and drug samples; analytical techniques for trace analysis and applications, i.e. chromatography, electroanalysis and spectroscopy; detailed discussions of advanced analysis from published articles in local and international journals

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายวิธีการเก็บตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์สารอินทรีย์และโลหะหนักปริมาณน้อยได้
2. เลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์สารปริมาณน้อยในตัวอย่างอาหารและสิ่งแวดล้อมได้
3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง และเทคนิควิเคราะห์จากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

5. นำเสนอข้อมูลด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain appropriate sampling and sample preparation methods for trace analysis of organic compounds and heavy metals.
2. select a suitable and accurate analytical technique for trace analysis in foods and environment.
3. cite academic publications for presentation correctly.
4. search academic publications related to the sampling, sample preparation methods and analytical techniques from academic databases.
5. clearly and accurately present academic publications in English.

(Electrochemical Analysis)

แนวคิดและทฤษฎีขั้นสูงในการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าเคมี การประยุกต์ใช้งานของเทคนิคต่าง ๆ ในทางโวลแทมเมตรี คูลอมบ์เมตรี โพเทนชิโอเมตรี อิเล็กโตรเคมีคัลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปี การพัฒนาและการประยุกต์ใช้เทคนิคไฟฟ้าเคมีในงานทางด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์ และอาหาร

Advanced concepts and theories in electrochemical analysis; applications of these techniques in voltammetry, coulometry, potentiometry, electrochemical impedance spectroscopy; developments and applications of electrochemical techniques to environmental, medicinal and food researches

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการเชิงลึกของวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้า ประกอบด้วยโวลแทมเมตรี คูลอมบ์เมตรี โพเทนชิโอเมตรี และอิเล็กโตรเคมีคัลอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปีได้
2. ประยุกต์ใช้เทคนิคทางเคมีไฟฟ้าสำหรับวิเคราะห์สารที่สนใจในสิ่งแวดล้อม 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 medicinal.
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.

324-746 การวิเคราะห์โดยวิธีสเปกโทรสโกปี

3((3)-0-6)

(Spectroscopic Analysis)

แนวคิดและทฤษฎีขั้นสูงของเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอม การประยุกต์เทคนิคสเปกโทรสโกปีกับงานด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์และอาหาร อภิปรายวิธีการวิเคราะห์ขั้นสูงจากบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารทั้งในและต่างประเทศ

Advanced concepts and theories of molecular and atomic spectroscopy, applications of spectroscopic techniques in environmental, medical and food samples; discussions of advanced analysis from published articles in national and international journals

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายแนวคิดและทฤษฎีขั้นสูงของเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอมได้ถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอมเพื่อศึกษาสมบัติเชิงแสงของสารได้ถูกต้อง
3. เสนอแนวทางการใช้เทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอมในการประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อม การแพทย์และอาหารได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โดยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอม จากฐานข้อมูลทางวิชาการทั้งในและต่างประเทศได้
6. นำเสนอและอภิปรายวิธีการวิเคราะห์ขั้นสูงจากบทความที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โดยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีในระดับโมเลกุลและอะตอมด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. correctly describe the advanced concepts and theories of molecular and atomic spectroscopy.
2. properly choose molecular and atomic spectroscopic techniques for optical property study of chemical substances.
3. properly propose molecular and atomic spectroscopic techniques for environmental, clinical and food applications.
4. correctly cite academic publications for presentation.
5. search academic databases for publications in national and international journals on molecular and atomic spectroscopic techniques.

6. clearly and accurately present and discuss advanced analysis on molecular and atomic spectroscopic techniques from academic publications in English.

324-747 การแยกสารทางเคมี

3((3)-0-6)

(Chemical Separations)

แนวคิดและทฤษฎีขั้นสูงของเทคนิคการแยกสาร การกลั่น การสกัด การตกตะกอน การแลกเปลี่ยนไอออน อิเล็กโทรโฟเรซิส อิเล็กโทรลิซิส แก๊สโครมาโทกราฟี ลิควิดโครมาโทกราฟี ซูเปอร์คริติคัลฟลูอิดโครมาโทกราฟีและการแยกอื่น ๆ ที่ได้พัฒนาใหม่ การประยุกต์ใช้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ทางเภสัช และการอาหาร การอภิปรายวิธีการวิเคราะห์ขั้นสูงจากบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารทั้งในและต่างประเทศ

Advanced concept and theory of separation techniques, distillation, extraction, precipitation, ion-exchange, electrophoresis, electrolysis, gas chromatography, liquid chromatography, supercritical fluid chromatography and other newly developed separation methods. Applications in environmental, medicinal and food researches, discussions of advanced analysis from published articles in national and international journals

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการแยกสารทางเคมีได้ถูกต้อง
2. เลือกใช้เครื่องมือในการแยกสารสำหรับการทำคุณภาพวิเคราะห์หรือหาปริมาณวิเคราะห์ได้อย่างเหมาะสม
3. เสนอแนวทางการใช้เทคนิคการแยกสารสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อม ทางเภสัชและอาหารได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการแยกในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับกับเทคนิคการแยกและเครื่องมือจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

Students are able to

1. explain the principle of chemical separation techniques 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 and instrument for presentation correctly.
5. browse academic databases for publications involving separation techniques.
6. clearly and accurately present academic publications in English.

324-748 หัวข้อทันสมัยทางเคมีวิเคราะห์

2((2)-0-4)

(Current Topics in Analytical Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นหัวข้อที่ทันสมัยทางเคมีวิเคราะห์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์ อาหารหรือสิ่งแวดล้อม

Studying and searching in current topics in analytical chemistry involving many applications such as medical, food or environmental researches

324-751 เคมีของการเปลี่ยนรูปและการกักเก็บพลังงาน

3((3)-0-6)

(Chemistry for Energy Conversion and Storage)

เทอร์โมไดนามิกส์และโพลาริเซชันของเซลล์เชื้อเพลิง การประยุกต์ใช้สารประกอบโคออร์ดิเนชันในเซลล์แสงอาทิตย์แบบสีย้อม การแปรสภาพทางเคมีความร้อนของชีวมวล แบตเตอรี่และตัวเก็บประจุทางไฟฟ้าเคมี การปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวเร่งเชิงแสง

Thermodynamics and polarization of fuel cell; application of coordination compounds in dye sensitization solar cell; thermochemical conversion of biomass; batteries and electrochemical storage devices; improvement of photocatalyst efficiency

ผู้เรียนสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานและปฏิกิริยาในเซลล์เชื้อเพลิง เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบสีย้อม แบตเตอรี่ เทคโนโลยีชีวมวล และตัวเร่งเชิงแสงได้

2. สรุปแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิง เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์แบบสีย้อม แบตเตอรี่ เทคโนโลยีชีวมวล และตัวเร่งเชิงแสงจากบทความที่กำหนดให้ได้

3. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง

4. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปพลังงานจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้

5. นำเสนอบทความหรือแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเทคโนโลยีการเปลี่ยนรูปพลังงานด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

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 English.

324-752 เทคโนโลยีพลังงานชีวภาพและเทคนิคการวิเคราะห์

3((3)-0-6)

(Bioenergy Technology and Analytical Techniques)

ชีวมวล การแปรสภาพชีวมวลด้วยกระบวนการเชิงกล กระบวนการทางชีวเคมี และกระบวนการทางเคมีความร้อน เทคนิคการวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีพลังงานชีวภาพ

Biomass; the biomass conversion by mechanical, biochemical and thermochemical process; analytical techniques for bioenergy technology

ผู้เรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ข้อมูลทางความร้อนและแก๊สที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2. อธิบายชนิดและคุณสมบัติของชีวมวลได้อย่างถูกต้อง

3. อธิบายหลักการผลิตและการประยุกต์ใช้ ไบโอดีเซล ไบโอเอทานอล แก๊สชีวภาพและน้ำมันชีวภาพได้อย่างเหมาะสม

4. นำเสนอข้อมูลและอ้างอิงข้อมูลเชิงวิชาการได้อย่างเหมาะสม

5. สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการได้อย่างตรงประเด็น

6. นำเสนอข้อมูลเชิงวิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

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.

324-753 การสังเคราะห์วัสดุ

3((3)-0-6)

(Material Synthesis)

การสังเคราะห์วัสดุด้วยกระบวนการทางความร้อน กระบวนการบด การตกเกาะของไอระเหยทางกายภาพ และทางเคมี วิธีโซล-เจล วิธีไฮโดรเทอร์มอล วิธีการตกตะกอน เพื่อประยุกต์ใช้ในงานทางด้านพลังงาน หรือสิ่งแวดล้อม

Synthesis of materials using high temperature process, mechanical milling; physical and chemical vapor deposition; sol-gel method; hydrothermal method; precipitation method which implemented in energy or environmental researches

ผู้เรียนสามารถ

1. ยืนยันโครงสร้างผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ด้วยเครื่องพิสูจน์เอกลักษณ์สารได้ถูกต้อง
2. อธิบายอิทธิพลของตัวแปรที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยปฏิกิริยาสถานะของแข็ง วิธีการตกเกาะของไอระเหย และวิธีทางเคมีได้
3. เสนอแนวทางในการสังเคราะห์วัสดุนิรภัยภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
4. อ้างอิงบทความทางวิชาการที่ใช้ในการนำเสนอได้ถูกต้อง
5. สืบค้นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์วัสดุนิรภัยจากฐานข้อมูลทางวิชาการได้
6. นำเสนอบทความหรือแนวทางการสังเคราะห์วัสดุนิรภัยด้วยภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น

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 English.

324-754 วัสดุนิรภัย

2((2)-0-4)

(Inorganic Materials)

โครงสร้างและเคมีของซีโอไลต์ วัสดุคาร์บอนและอนุภาคนาโนโลหะ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานทางด้านสิ่งแวดล้อม

Structure and chemistry of zeolite, carbon materials and metal nanoparticles in environmental applications

ผู้เรียนสามารถ

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

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 English.

324-758 หัวข้อทันสมัยทางเคมีวัสดุ

2((2)-0-4)

(Current Topics in Materials Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นหัวข้อที่ทันสมัยทางเคมีวัสดุ ที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านการแพทย์ หรือสิ่งแวดล้อม แต่เนื้อหาหัวข้อไม่ซ้ำซ้อนกับ 324-558

Studying and searching in current topics in materials chemistry related to medical or environmental researches, but different topics from 324-558

324-759 หัวข้อทันสมัยทางเคมีพลังงาน

2((2)-0-4)

(Current Topics in Energy Chemistry)

ศึกษาและสืบค้นหัวข้อที่ทันสมัยทางเคมีพลังงาน แต่เนื้อหาหัวข้อไม่ซ้ำซ้อนกับ 324-559

Studying and searching in current topics in energy chemistry but different topics from

324-559

324-781 สัมมนาวิชาการทางเคมี 1

1(0-2-1)

(Seminar in Chemistry I)

สัมมนาวิชาการทางเคมีโดยนักศึกษาในหัวข้อซึ่งเป็นที่สนใจในปัจจุบัน หรือการค้นพบใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเคมี หรือการประยุกต์ทางด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อมหรือพลังงาน จากวารสารทางเคมีหรือทางวิทยาศาสตร์ และนำมาอภิปรายในชั้นเรียนภายใต้การควบคุมและชี้แนะโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบในการสอน

Seminars given by students on topics of current interest or new findings relevant to chemistry or applications in many areas such as medicine, food, environment or energy from chemistry or scientific journals and further discussions in class with guidance from staff

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.

324-782 สัมมนาวิชาการทางเคมี 2

1(0-2-1)

(Seminar in Chemistry II)

สัมมนาวิชาการทางเคมีโดยนักศึกษาในหัวข้อซึ่งเป็นที่สนใจในปัจจุบัน หรือการค้นพบใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเคมี หรือการประยุกต์ทางด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อมหรือพลังงาน จากวารสารทางเคมีหรือทางวิทยาศาสตร์ และนำมาอภิปรายในชั้นเรียนภายใต้การควบคุมและชี้แนะโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบในการสอน โดยหัวข้อที่นำเสนอไม่ซ้ำซ้อนกับหัวข้อใน 324-781

Seminars given by students on topics of current interest or new findings relevant to chemistry or applications in many areas such as medicine, food, environment or energy from chemistry or scientific journals and further discussions in class with guidance from staff but emphasis on different topics in 324-781

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.

324-783 สัมมนาวิชาการทางเคมี 3

1(0-2-1)

(Seminar in Chemistry III)

สัมมนาวิชาการทางเคมีโดยนักศึกษาในหัวข้อซึ่งเป็นที่สนใจในปัจจุบัน หรือการค้นพบใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเคมี หรือการประยุกต์ทางด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อมหรือพลังงาน จากวารสารทางเคมีหรือทางวิทยาศาสตร์ และนำมาอภิปรายในชั้นเรียนภายใต้การควบคุมและชี้แนะโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบในการสอน โดยหัวข้อที่นำเสนอไม่ซ้ำซ้อนกับหัวข้อใน 324-781 และ 324-782

Seminars given by students on topics of current interest or new findings relevant to chemistry or applications in many areas such as medicine, food, environment or energy from chemistry or scientific journals and further discussions in class with guidance from staff but emphasis on different topics in 324-781 and 324-782

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.

324-784 สัมมนาวิชาการทางเคมี 4

1(0-2-1)

(Seminar in Chemistry IV)

สัมมนาวิชาการทางเคมีโดยนักศึกษาในหัวข้อซึ่งเป็นที่สนใจในปัจจุบัน หรือการค้นพบใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเคมี หรือการประยุกต์ทางด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์ อาหาร สิ่งแวดล้อมหรือพลังงาน จากวารสารทางเคมีหรือทางวิทยาศาสตร์ และนำมาอภิปรายในชั้นเรียนภายใต้การควบคุมและชี้แนะโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบในการสอน โดยหัวข้อที่นำเสนอไม่ซ้ำซ้อนกับหัวข้อใน 324-781 324-782 และ 324-783

Seminars given by students on topics of current interest or new findings relevant to chemistry or applications in many areas such as medicine, food, environment or energy from chemistry or scientific journals and further discussions in class with guidance from staff but emphasis on different topics in 324-781, 324-782 and 324-783

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.

325-791 วิทยานิพนธ์

48(0-144-0)

(Thesis)

การค้นคว้าวิจัยขั้นสูงในสาขาเคมีเน้นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ภายใต้การดูแลและให้คำแนะนำโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

Advanced research in chemistry with emphasis on building up new knowledge under supervision of corresponding staff

ผู้เรียนสามารถ

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
2. เลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาโจทย์วิจัยได้
3. ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหาโจทย์วิจัยได้ถูกต้องตามระเบียบวิธีวิจัย
4. ทำการทดลองเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมีผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทางเคมีเชิง

พลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพ

5. สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการจากฐานข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์
6. สื่อสารและนำเสนอผลการทดลองด้วยภาษาอังกฤษได้ถูกต้องและตรงประเด็น
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 create new knowledge or innovations in chemistry by applying 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 English.
7. collaborate with others to complete the dissertation.

**รายชื่ออาจารย์ประจำหลักสูตรระดับปริญญาเอก
คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตหาดใหญ่**

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต 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.ฐิติมา 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.สุเมธ 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.ทรรติดา 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 สิริมหาชัย, 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 80
2) เลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสสารหรือเครื่องมือทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาแบบองค์รวมในกระบวนการทางเคมีได้ถูกต้องตามหลักวิชาการ	1) สอนโดยอธิบายการเกิดหรือกลไกของอันตรกิริยา/ปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ 2) สอนโดยอธิบายหลักการทำงานของเครื่องวิเคราะห์ทางเคมี 3) สอนโดยการแนะนำหลักการเลือกอันตรกิริยาหรือเครื่องมือเพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์สมมติหรือสถานการณ์จริง 4) กำหนดปัญหาของกระบวนการเคมีแล้วให้ฝึกการเลือกใช้อันตรกิริยา/ปฏิกิริยาหรือเครื่องมือเพื่อแก้ไขปัญหาโดยคำนึงถึงองค์รวมของกระบวนการ	1) ประเมินจากการเลือกใช้อันตรกิริยา/ปฏิกิริยาในการแก้ไขสถานการณ์สมมติหรือปัญหาในการทดลอง 2) ประเมินจากการเลือกใช้เครื่องมือในการแก้ไขสถานการณ์สมมติหรือปัญหาในการทดลองโดยคำนึงถึงองค์รวมของกระบวนการ	คะแนนผลการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ในส่วนของการเลือกใช้อันตรกิริยาระหว่างสสารหรือเครื่องมือทางเคมีไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
3) สร้างองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมีผ่านกระบวนการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาทางเคมีเชิงพลังงาน/สิ่งแวดล้อม/อาหาร/สุขภาพ	1) สอนโดยการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการวิจัย 2) ยกตัวอย่างการใช้กระบวนการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาสมบัติสารหรือกระบวนการทางเคมี 3) กำหนดให้เสนอโครงร่างในการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมี	1) ประเมินจากการนำเสนอแนวทาง/กระบวนการทดลองในการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมี 2) ประเมินจากองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมีที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์	ผลงานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับนานาชาติที่มีคุณภาพตามประกาศที่คณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษากำหนดอย่างน้อย 2 เรื่อง หรือ ผลงานวิจัยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับนานาชาติที่มีคุณภาพตามประกาศที่คณะกรรมการมาตรฐาน

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหลักสูตร (PLOs)	กลยุทธ์ / วิธีการสอน	กลยุทธ์ / วิธีการวัดและการประเมินผล	ตัวชี้วัด
	4) กำหนดให้ออกแบบกระบวนการทดลองที่ใช้ในการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่หรือนวัตกรรมทางเคมี		การอุดมศึกษากำหนดอย่างน้อย 1 เรื่อง และเป็นผลงานนวัตกรรม หรือ ผลงานสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เชิงสังคมและ เศรษฐกิจอย่างน้อย 1 เรื่อง หรือได้รับ สิทธิบัตรอย่างน้อย 1 สิทธิบัตร
4) แสดงออกถึงการมีคุณธรรม จริยธรรม และ จรรยาบรรณทาง วิชาการ	1) สอนให้ผู้เรียนตระหนักถึงประโยชน์ของการเป็น คนที่มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณทาง วิชาการ 2) สอนการเขียนอ้างอิง	1) ประเมินจากการสังเกตหรือการ ประเมินพฤติกรรมในการเป็นคนที่ มี คุณธรรม จริยธรรม และจริยธรรมทาง วิชาการ 2) ประเมินจากการอ้างอิงผลงานทาง วิชาการ	คะแนนประเมินพฤติกรรมด้าน จริยธรรมไม่น้อยกว่า 3.0 เต็ม 4.0 โดย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
5) ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการ สืบค้นข้อมูลเชิงวิชาการเพื่อการ เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง	1) สอนการใช้ฐานข้อมูลเพื่อการสืบค้นข้อมูลเชิง วิชาการ 2) กำหนดให้มีการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำเสนอ/ สันับสนุนผลการทดลอง/ออกแบบการทดลอง	1) ประเมินจากความน่าเชื่อถือของข้อมูล ที่สืบค้นได้	คะแนนผลการพิจารณาเล่ม วิทยานิพนธ์ในส่วนของการอ้างอิง ข้อมูลประกอบเหตุผลไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
6) สื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิง วิชาการด้วยภาษาอังกฤษได้อย่าง ถูกต้องและตรงประเด็น	1) กำหนดให้มีการสื่อสารและนำเสนอข้อมูลเชิง วิชาการด้วยภาษาอังกฤษ	1) ประเมินจากความถูกต้องของภาษาที่ ใช้ในการสื่อสารและการนำเสนอ	คะแนนผลการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ในส่วนของการสื่อสารและนำเสนอไม่ น้อยกว่าร้อยละ 80
7) ทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อบรรลุ วัตถุประสงค์ของงานที่ได้รับ มอบหมาย	1) กำหนดให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น	1) ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมใน การทำงานร่วมกับผู้อื่น 2) ประเมินจากแบบประเมินเพื่อน ประเมินเพื่อน	คะแนนประเมินพฤติกรรมไม่น้อยกว่า 3.0 เต็ม 4.0 โดยเพื่อนร่วมงาน