

**รายละเอียดของรายวิชา**  
**มหาวิทยาลัยขอนแก่น**  
**ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์**

**หมวดที่ 1. ข้อมูลทั่วไป**

1. รหัสและชื่อรายวิชา  
343412 เคมีเฮเทอโรไซคลิก  
Heterocyclic Chemistry
2. จำนวนหน่วยกิต  
2 (2-0-4)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา  
เป็นวิชาเลือกสำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ถ้ามีหลายคน ไล่ให้ครบตามที่เป็นจริง)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

ที่	ชื่อ - นามสกุล	เลขประจำตัว บัตรประชาชน	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ
1	นาง พนาวลัย หมูโสภณ	3361200341033	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ปรด. (เคมีอินทรีย์)
1	Mr. Florian Schevenels	-	อาจารย์	PhD in Science

อาจารย์ผู้สอน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	เลขประจำตัว บัตรประชาชน	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ
1	นาง พนาวลัย หมูโสภณ	3361200341033	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	ปรด. (เคมีอินทรีย์)
1	Mr. Florian Schevenels	-	อาจารย์	PhD in Science

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน  
ภาคการศึกษา ชั้นปีที่
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)
  - 6.1 รายวิชาที่เรียนมาก่อนและต้องสอบผ่าน (\*ระบุเฉพาะรหัสวิชาที่ต้องการ)  
343 213 เคมีอินทรีย์ 2 Organic Chemistry II
  - 6.2 รายวิชาที่เรียนมาก่อนแต่ไม่จำเป็นต้องสอบผ่าน (\*ระบุเฉพาะรหัสวิชาที่ต้องการ ตามด้วยเครื่องหมาย #)
  - 6.3 หากใช้วิชาอื่นที่เทียบเท่ากันแทนได้ตาม 6.1 และ 6.2 (\*ให้เพิ่มข้อความ "หรือรายวิชาที่เทียบเท่ากัน" หรือ "or

equivalent" ต่อท้ายรหัสวิชานั้นๆ)

7. รายวิชาที่ต้องเรียนควบคู่กัน (Co-requisites)

7.1 รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกันให้ใช้คำว่า "รายวิชาร่วม" หรือ "Corequisite" ตามด้วยรหัสวิชาที่ต้องการ

7.2 รายวิชาที่ต้องเรียนควบคู่กัน(ยกเว้นลงทะเบียนซ้ำ) ให้ใช้คำว่า "รายวิชาร่วม" หรือ "Corequisite" ตามด้วยรหัสวิชาที่ต้องการ

8. สถานที่เรียน

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายวิชาครั้งล่าสุด

2017-01-01

## หมวดที่ 2. จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

เพื่อให้ผู้เรียนรู้สมบัติเคมีและวิธีการสังเคราะห์ของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกที่มีเฮเทอโรอะตอมเพียง 1 อะตอม แบบวงแหวนห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยม รวมทั้งแบบที่มีเฮเทอโรอะตอม 2 อะตอม ทั้งชนิดที่อะตอมทั้งสองเป็นชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

ความรู้เรื่องสมบัติเคมีและวิธีการสังเคราะห์ของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกที่มีเฮเทอโรอะตอมเพียง 1 อะตอม แบบวงแหวนห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยม รวมทั้งแบบที่มีเฮเทอโรอะตอม 2 อะตอม และเรียนรู้และการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้เป็นปัจจุบันมากขึ้นจากผลงานวิจัยระดับนานาชาติ

## หมวดที่ 3. ลักษณะและการดำเนินงาน

1. คำอธิบายรายวิชา

เคมีและวิธีการสังเคราะห์แบบใหม่ของสารประกอบเฮเทอโรไซคลิกวงห้าเหลี่ยมและหกเหลี่ยมที่มีเฮเทอโรอะตอมเพียง 1 อะตอม รวมทั้งเฮเทอโรไซคลิกที่มีเฮเทอโรอะตอม 2 อะตอม ทั้งที่เป็นอะตอมชนิดเดียวกัน และต่างชนิดกัน  
Chemistry and modern synthetic methods of five and six membered heterocyclic compounds containing one heteroatom, including heterocycles possessing two heteroatoms of the same kind and mixed type

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย30 ปฏิบัติการ0 สอนเสริม0 ฝึกภาคสนาม/ฝึกงาน0 ศึกษาด้วยตนเอง60 รวม100

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

## หมวดที่ 4. การพัฒนาและการเรียนรู้ของนักศึกษา

### 1. คุณธรรม จริยธรรม

- 1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรมและจริยธรรม
  - (1) สำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและหรือวิชาชีพ
  - (2) มีวินัย ซื่อสัตย์ มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ รับผิดชอบต่อตนเอง และสังคม
  - (3) เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- 2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรมและจริยธรรม
  - (1) สอดแทรกในเนื้อหาวิชาเรียน
- 3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรมและจริยธรรม
  - (1) ประเมินผลจากพฤติกรรมที่แสดงออกในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องทางด้านคุณธรรม

### 2. ความรู้

- 1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - (1) มีความรู้ความเข้าใจเชิงลึกในหลักการและทฤษฎีสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชา
  - (2) มีความชำนาญและรอบรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชาในระดับแนวหน้า
  - (3) มีความรู้เข้าใจเชิงลึกในพัฒนาการใหม่ๆที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชา
- 2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้
  - (1) การบรรยาย อภิปรายเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง และการให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
- 3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้
  - (1) ประเมินผลการเรียนรู้จากการเรียนรายวิชาจากการสอบกลางภาค และการสอบปลายภาค
  - (2) ประเมินผลการเรียนรู้จากการเรียนรายวิชาจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

### 3. ทักษะทางปัญญา

- 1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา
  - (1) สามารถค้นหา ตีความ และประเมินสารสนเทศ  
เพื่อใช้ในการพัฒนาความรู้เชิงลึกและการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหารายวิชาได้อย่างสร้างสรรค์
  - (2) สามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา
  - (1) การสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
  - (2) การให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
- 3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา
  - (1) ประเมินผลการเรียนรู้จากการเรียนรายวิชา

(2) ประเมินผลงานจากการทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- 1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ
  - (1) มีภาวะผู้นำ  
มีความคิดริเริ่มในการวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมบนพื้นฐานของตนเองและของกลุ่ม
  - (2) มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองและสาขาวิชาการ/วิชาชีพอย่างต่อเนื่อง
  - (3) สามารถใช้ความรู้ในศาสตร์มาชี้นำสังคมรอบตัวในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสารประกอบเฮเทอโรไซเคิล
- 2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ
  - (1) จัดกิจกรรมกลุ่มในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา
- 3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ
  - (1) ประเมินผลการเรียนรู้จากการส่งเสริมให้เรียนรู้ร่วมกัน

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- 1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ
  - (1) มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศในการสื่อสาร การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศได้
- 2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ
  - (1) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในรายวิชา
  - (2) การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการสืบค้นข้อมูลจาก web site ที่เกี่ยวข้อง
- 3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ
  - (1) ประเมินผลการเรียนรู้จากการเรียนรายวิชา ประเมินผลแบบฝึกปฏิบัติ

6. ทักษะพิสัย

หมวดที่ 5. แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

สัปดาห์ที่	หน่วย บทและหัวข้อ	จำนวนชั่วโมง	ผลการเรียนรู้						
			1	2	3	4	5	6	
1	1. บทนำ และการเรียกชื่อสารประกอบเฮเทอโรไซคลิก 1.1 บทนำ กล่าวถึงลักษณะทั่วไป และความสำคัญของสารเฮเทอโรไซเคิล 1.2	2	●	●	●	●			ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงความสำคัญของ และการเรียกชื่อสารเฮเทอโรไซเคิล

	การเรียกชื่อสารประกอบเฮเทอโรไซเคิล - ชื่อสามัญ - ชื่อตามหมู่แทนที่ - ชื่อตามระบบ IUPAC							
2-5	บทที่ 2. เฮเทอโรไซเคิลขนาดวงห้าเหลี่ยมและมี 1 เฮเทอโรอะตอม: ไพโรโรล ไทโอพีน และพิวแรน 1. เฮเทอโรไซคลิกวงขนาดห้าเหลี่ยมและมี 1 เฮเทอโรอะตอม: ไพโรโรล พิวแรน และไทโอพีน 2.1 โครงสร้างและสมบัติโดยทั่วไปของไพโรโรล 2.2 โครงสร้างและสมบัติโดยทั่วไปของพิวแรน 2.3 โครงสร้างและสมบัติโดยทั่วไปของไทโอพีน 2.4 การสังเคราะห์ไพโรโรล พิวแรน และไทโอพีน ด้วยวิธี Paal-Knorr Synthesis 2.5 การสังเคราะห์ไพโรโรล ด้วยวิธี Knorr Synthesis 2.6 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของไพโรโรล พิวแรน และไทโอพีน 2.7 ปฏิกิริยาและเคมีของแอนไอออนของไพโรโรล พิวแรน และไทโอพีน 2.8 ปฏิกิริยาการปดววง (Cycloaddition) ของไพโรโรล พิวแรน และไทโอพีน 2.8 ปฏิกิริยาการปดววง (Cycloaddition) ของไพโรโรล พิวแรน และไทโอพีน	7	●	●	●	●	●	ผู้เรียนได้เรียนรู้การสังเคราะห์และ
5-7	3. เฮเทอโรไซคลิกวงแหวนห้าเหลี่ยมและมี 2 เฮเทอโรอะตอม: ออกซาโซล อิมิดาโซล และไทเอโซล 3.1 ความสำคัญของสารที่มีโครงสร้างหลักเป็น 1, 3-azole ได้แก่ ออกซาโซล อิมิดาโซล และไทเอโซล 3.2 การสังเคราะห์ออกซาโซลด้วยวิธี Robinson-Gabriel synthesis 3.3 การสังเคราะห์อิมิดาโซล ด้วยวิธี Hantzsch synthesis 3.4 การสังเคราะห์ไทเอโซล จากปฏิกิริยาการควบแน่น 3.5 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของออกซาโซล อิมิดาโซล และไทเอโซล 3.6 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ของวงแอรอแมติก ของออกซาโซล อิมิดาโซล และไทเอโซล 3.7 สมบัติทางเคมีของแอนไอออนและปฏิกิริยาของออกซาโซล อิมิดาโซล และไทเอโซล	5	●	●	●	●	●	ผู้เรียนได้เรียนรู้การสังเคราะห์และ เฮเทอโรอะตอม ได้แก่ ออกซาโซล
8	4 เฮเทอโรไซคลิกวงแหวนห้าเหลี่ยมและมี 2 เฮเทอโรอะตอม: ไอโซซาโซล ไพราโซล และไอโซไทอะโซล 4.1 โครงสร้างและคุณสมบัติของสารที่มีโครงสร้างหลักเป็น 1, 2- azole ได้แก่ ไอโซซาโซล ไพราโซล และไอโซไทอะโซล 4.2 การสังเคราะห์ไอโซซาโซล ไพราโซล 4.3 การสังเคราะห์ไอโซไทอะโซล 4.4 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของไอโซซาโซล ไพราโซล	2	●	●	●	●	●	ผู้เรียนได้เรียนรู้การสังเคราะห์และ เฮเทอโรอะตอม: ไอโซซาโซล ไพรา

	และไอโซโทอะโซล								
9-10	<p>5 เฮเทอโรไซเคิลขนาดวงหกเหลี่ยมที่มี 1 ไนโตรเจนอะตอม: ไพริดีน</p> <p>5.1 โครงสร้างและคุณสมบัติของไพริดีน 5.2 การสังเคราะห์ของไพริดีน</p> <p>A. สังเคราะห์ด้วยวิธี Hantzsch pyridine synthesis B. สังเคราะห์ที่ใช้สารเชิงซ้อนของโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา - จากแอเซทิลีนและไนไตรล์ โดยมี cobalt complexes เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา - จาก carboxylic chloroanhydrides และเอมีนโดยมีกรดลูอิสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา - จากปฏิกิริยาการควบแน่นระหว่าง แอลดีไฮด์กับแอมโมเนีย โดยมีสารเชิงซ้อนโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา 5.3 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของวงไพริดีน - ปฏิกิริยาไนเตรชัน - ปฏิกิริยาซัลโฟเนชัน - ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของ pyridine-N-oxide 5.4 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ของวงไพริดีน 5.5 ปฏิกิริยาและสมบัติทางเคมีของแอนไอออนของไพริดีน</p>	4	●	●	●	●	○	ผู้เรียนได้เรียนรู้การสังเคราะห์และไนโตรเจนอะตอม: ไพริดีน	
11-12	<p>6. เฮเทอโรไซเคิลขนาดวงหกเหลี่ยมที่มีหนึ่งออกซิเจนอะตอม</p> <p>6.1 โครงสร้างและความสำคัญของเฮเทอโรไซเคิลวงหกเหลี่ยมที่มีออกซิเจน ได้แก่ ไพโรลีนแคมแคตไอออน 2-ไพโรน และ 4-ไพโรน 6.2 สมบัติทางเคมีและการสังเคราะห์ไพโรลีนแคมแคตไอออน 6.3 สมบัติทางเคมีและการสังเคราะห์ 2-ไพโรน 6.4 สมบัติทางเคมีและการสังเคราะห์ 4-ไพโรน 6.5 ปฏิกิริยาเคมีของไพโรลีนแคมแคตไอออน 2-ไพโรน และ 4-ไพโรน กับนิวคลีโอไฟล์ - ปฏิกิริยากับนิวคลีโอไฟล์ - ปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์(nucleophilic addition)</p>	3	●	●	●	●	○	ผู้เรียนได้เรียนรู้การสังเคราะห์และของเฮเทอโรไซเคิลขนาดวงหกเหลี่ยม	
12-15	<p>7. เฮเทอโรไซเคิลขนาดวงหกเหลี่ยมและมี 2 เฮเทอโรอะตอม</p> <p>7.1 ความสำคัญของเฮเทอโรไซเคิลขนาดวงหกเหลี่ยมและมี 2 เฮเทอโรอะตอม ได้แก่ ไพริมิดีน ไพริดาซีน และไพราซีน 7.2 การสังเคราะห์ไพริมิดีนจากสารประกอบ 1,3-ไดคาร์บอนิล 7.3 การสังเคราะห์ไพริมิดีนจากปฏิกิริยาคู่ควบจาก 3 ส่วนประกอบ - ระหว่างอินามีน ไตรเอทิลออร์โทฟอร์เมท และแอมโมเนียเอมิเนต - ระหว่างคีโตน ไตรเอทิลออร์โทฟอร์เมท และแอมโมเนียเอมิเนต 7.4 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของไพริมิโดน 7.5 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ของไพริมิดีน 7.6</p>	7	●	●	●	●	○	ผู้เรียนได้เรียนรู้การสังเคราะห์และเฮเทอโรอะตอม	

	ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของไพริมิดีน 7.7 ปฏิกิริยา cross-coupling ของไพริมิดีน - ปฏิกิริยา Pd-catalyzed Suzuki-Miyoura cross-coupling - ปฏิกิริยา Pd-catalyzed Suzuki cross-coupling - ปฏิกิริยา Stille cross-coupling 7.8 ปฏิกิริยาการเปิดวง (ring opening) ของ ไพริมิดีน							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ลักษณะการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน
การสอบกลางภาค	8
การสอบปลายภาค	16
แบบฝึกหัด นำเสนองานหน้าชั้นเรียน	1-8

**หมวดที่ 6. ทรัพยากรการเรียนการสอน**

1. ตำราและเอกสารหลัก

1. Sainsbury, M. Heterocyclic Chemistry, The Royal Society of Chemistry,; Exeter. 2001. 2. Joule, J. A. and Mills, K. Heterocyclic chemistry, 5th ed., John Wiley & Sons, Ltd.; Singapore, 2010.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

1. Sainsbury, M. Heterocyclic Chemistry, The Royal Society of Chemistry,; Exeter. 2001. 2. Joule, J. A. and Mills, K. Heterocyclic chemistry, 5th ed., John Wiley & Sons, Ltd.; Singapore, 2010.

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

**หมวดที่ 7. การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา**

1. การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

3. การปรับปรุงการสอน

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา