

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## หมวดที่ 1 ข้อมูลโดยทั่วไป

### 1. รหัสและรายชื่อยวิชา

4022403 ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ (Physical Chemistry Laboratory)

### 2. จำนวนหน่วยกิต

1 หน่วยกิต (0-3-9)

### 3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี เป็นวิชาเนื้อหาบังคับ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### 4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน

อ.ภควดี สุขอนันต์

### 5. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน

ภาคการศึกษาที่ 1/2558 ชั้นปีที่ 4

### 6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน(Pre-requisite)(ถ้ามี)

4022401 เคมีเชิงฟิสิกส์ 1

### 7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน(Co-requisite)(ถ้ามี)

4022402 เคมีเชิงฟิสิกส์ 2

### 8. สถานที่เรียน

วันพุธ เวลา 08.30-11.30 น. ห้อง ศว. 305 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

### 9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด

2 กรกฎาคม 2558

## หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

### 1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1. เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจและวางแผนการทดลองเกี่ยวกับแก๊ส การหาค่าความร้อนของสาร สมบัติทางกายภาพของสาร เช่น ความหนืด ดัชนีหักเห ความถ่วงจำเพาะ วัฏภาคของสาร อันดับของปฏิกิริยา การหาค่าคงที่อัตรา การวัดแรงตึงผิว

2. เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์กับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

## 2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้และมีทักษะในการวัดสมบัติทางกายภาพของสารเคมีและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีกายภาพที่สามารถนำไปใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและในชีวิตประจำวันได้อย่างทันเหตุการณ์โลกปัจจุบัน

### หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

#### 1. คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติการเกี่ยวกับแก๊ส การหาค่าความร้อนของสาร สมบัติทางกายภาพของสาร เช่น ความหนืด ดัชนีหักเห ความถ่วงจำเพาะ วัฏภาคของสาร อันดับของปฏิกิริยา การหาค่าคงที่อัตรา การวัดแรงตึงผิว

#### 2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/การฝึกงาน	การศึกษาดูด้วยตนเอง
ปฏิบัติการทางเคมี 45 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา	สอนเสริมตามความต้องการของนักศึกษา	มีการฝึกปฏิบัติทางเคมีกายภาพ	ศึกษาด้วยตนเอง 9 ชั่วโมง/สัปดาห์

#### 3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

อาจารย์ผู้สอนจัดเวลาให้นักศึกษาเป็นรายกลุ่มหรือรายบุคคลตามความต้องการ 1 ชั่วโมง/สัปดาห์

### หมวดที่ 4 การพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### 1. คุณธรรม จริยธรรม

##### 1.1 คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

พัฒนาผู้เรียนให้มีความรับผิดชอบ มีวินัย และมีจรรยาบรรณ ดังนี้

- - ตระหนักในคุณธรรม จริยธรรม และซื่อสัตย์สุจริต
- - มีวินัย ตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบต่อตนเองและผู้อื่น

- - เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ทั้งขององค์กรและสังคม เคารพสิทธิและความคิดเห็นของผู้อื่น
- - สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- - มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ

## 1.2 วิธีการสอน

บรรยายประกอบการยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ชักถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆ

## 1.3 วิธีการประเมินผล

- การเข้าเรียน การทำปฏิบัติการและการสอบทั้งสอบย่อยและสอบปลายภาค
- การส่งรายงานผลปฏิบัติการตามกำหนดเวลาที่ได้ตกลงกัน
- การอ้างอิงในการรายงานผลปฏิบัติการ

## 2. ความรู้

### 2.1 ความรู้ที่ต้องได้รับ

โดยนักศึกษาต้อง

- - มีความรู้ในหลักการและทฤษฎีทางด้านวิทยาศาสตร์และหรือคณิตศาสตร์
- - มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่สามารถเรียนรู้ตามหลักวิชาการ และทฤษฎีที่สำคัญในรายวิชาตามคำอธิบายรายวิชาดังนี้

ปฏิบัติการเกี่ยวกับแก๊ส การหาค่าความร้อนของสาร สมบัติทางกายภาพของสาร เช่น ความหนืด ดัชนีหักเห ความถี่จำเพาะ ภูมิภาคของสาร อันดับของปฏิกิริยา การหาค่าคงที่อัตรา การวัดแรงตึงผิว

- - มีการแสวงหาความรู้และใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องพัฒนาความรู้ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- - วิเคราะห์และเชื่อมโยงความรู้ในศาสตร์หลักไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### 2.2 วิธีการสอน

บรรยายประกอบการชักถามเกี่ยวกับปฏิบัติการแต่ละเรื่อง ทำการทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลอง มอบหมายให้ทำรายงานผลการทดลองสำหรับแต่ละบุคคลซึ่งนักศึกษาต้องค้นคว้าเพิ่มเติมจากตำราและสารสนเทศ

### 2.3 วิธีการประเมินผล

ประเมินผลความรู้จาก

- การชักถามก่อนการทำปฏิบัติการ และการสอบปลายภาค

- การซักถามขณะมีการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ
- รายงานผลการทดลองที่ให้นักศึกษาเขียนเป็นรายบุคคลและต้องมีการค้นคว้า

เพิ่มเติมประกอบ

### 3. ทักษะทางปัญญา

#### 3.1 ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

นักศึกษาต้องพัฒนาความสามารถทางการคิดและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบโดยมี

- - ทักษะการคิดอย่างมีระบบตามหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- มีทักษะในการแก้ปัญหา
- มีทักษะในการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง
- - ใฝ่รู้ สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประมวลความรู้ และนำไปประยุกต์ใช้เพื่อ

แก้ปัญหาเกี่ยวกับเคมี

พัฒนาความสามารถทางการคิดและวิเคราะห์เนื้อหาทางเคมีอย่างเป็นระบบ พร้อมกับการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีเครื่องคิดเลขประกอบการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณทั้งทักษะทางคณิตศาสตร์และเนื้อหาเคมีของนักศึกษา

#### 3.2 วิธีการสอน

มอบหมายปฏิบัติการที่นักศึกษาต้องทำความเข้าใจ มีการวางแผน วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับสารเคมีที่ต้องใช้ในแต่ละปฏิบัติการ ที่มีลำดับความคิดต่าง ๆ กันเพื่อเพิ่มทักษะทางด้านนี้ให้มากขึ้น

#### 3.3 วิธีการประเมินผล

- จากการซักถาม
- จากสมุดบันทึกผลการทดลอง/รายงานการทดลอง

### 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

#### 4.1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

นักศึกษาควรพัฒนาทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ดังนี้

- รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- - มีภาวะผู้นำ ปรับตนเองร่วมกับผู้อื่นได้ พัฒนาทักษะการมีความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษาด้วยกัน การทำงานที่ได้รับมอบหมาย
- - ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ต่างๆและวัฒนธรรมองค์กรได้

พัฒนาทักษะการมีความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษาด้วยกันจากการทำปฏิบัติการทางเคมีด้วยกัน

#### 4.2 วิธีการสอน

การมอบหมายให้ทำปฏิบัติการเป็นรายกลุ่ม

#### 4.3 วิธีการประเมินผล

- ประเมินจากงานที่ได้มอบหมาย
- สังเกตจากพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ

### 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

#### 5.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

นักศึกษาควรพัฒนาทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนี้

- - มีทักษะในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ
- มีทักษะในการคิดคำนวณ
- - มีทักษะและความรู้ภาษาอังกฤษหรือภาษาต่างประเทศอื่นเพื่อการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสมและจำเป็น
- - สามารถใช้วิธีทางสถิติมาประมวลผลการทดลองและนำเสนอได้อย่าง

เหมาะสม

โดยพัฒนาทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลขที่สัมพันธ์กับข้อมูลทางเคมีกายภาพ พัฒนาการสื่อสารทั้งทางการพูด ฟัง อ่าน และเขียน ของนักศึกษาโดยการซักถามประกอบการเรียนการสอนและการทำปฏิบัติการ และการค้นคว้าข้อมูลประกอบการทำรายงานผลการปฏิบัติการทดลอง

#### 5.2 วิธีการสอน

- บรรยาย/ซักถามจากตำราและเอกสารที่ใช้ประกอบในการทำปฏิบัติการ การอภิปรายในแต่ละปฏิบัติการ

- มอบหมายงานให้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งอื่นเช่น อินเทอร์เน็ต

#### 5.3 วิธีการประเมินผล

- ประเมินจากการอภิปราย/การทำปฏิบัติการทางเคมีในห้องปฏิบัติการ
- ประเมินจากรายงานผลการทดลอง

## หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

### 1. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จน. ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้
1	ชี้แจงแนวการสอนและแนะนำแนวทางการปฏิบัติทางเคมี	3	บรรยายและยกตัวอย่าง
2	ซักถาม/แนะนำเกี่ยวกับปฏิบัติการตามเอกสารการทำปฏิบัติการจำนวน 5 ปฏิบัติการ ที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	3	อภิปราย ซักถามตามเอกสาร
3	คุณพหุศาสตร์: Heat of solution	3	ทำปฏิบัติการ
4	สมบัติกายภาพของสสาร: Specific Gravity	3	ทำปฏิบัติการ
5	สมบัติกายภาพของสสาร: Partial Molar Volume	3	ทำปฏิบัติการ
6	สมบัติกายภาพของสสาร: การวัดดัชนีหักเหของสารละลาย	3	ทำปฏิบัติการ
7	สมบัติกายภาพของสสาร: การหาค่าความหนืดสัมพัทธ์ของสารละลาย	3	ทำปฏิบัติการ
8	วัฏภาคของสาร: Determination of the Critical Solution Temperature of Phenol-Water System	3	ทำปฏิบัติการ
9	การสอบกลางภาค: ดำเนินการตามการบริหารจัดการของมหาวิทยาลัย	-	-
10	ซักถาม/แนะนำเกี่ยวกับปฏิบัติการตามเอกสารการทำปฏิบัติการจำนวน 5 ปฏิบัติการ ที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	3	อภิปราย ซักถามตามเอกสาร
11	จลนพหุศาสตร์: The Determination of a Velocity Constant of an Oxidation Reaction of Potassium Iodide by potassium persulphate	3	ทำปฏิบัติการ
12	จลนพหุศาสตร์: The Effect of Temperature on Reaction Rate	3	ทำปฏิบัติการ

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จน. ชั่วโมง	กิจกรรมการ เรียนการสอน/ สื่อที่ใช้
13	การเตรียมพอลิเมอร์	3	ทำปฏิบัติการ
14	เคมีพื้นผิว: Surface tension of Liquid	3	ทำปฏิบัติการ
15	Spectroscopy: The determination of the Empirical Formula of a Complex and the Approximate Standard Free Energy of the Complex Formation		ทำปฏิบัติการ
16	นักศึกษาสามารถสอบถามข้อสงสัยผลการทดลองจากการทำปฏิบัติการ	3	ซักถาม
17	สอบปลายภาค	1	

## 2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผล	สัดส่วนของคะแนน
1.จิตพิสัย(ประเมินผลตามการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ในข้อ 1.3 2.3 3.3 4.3 5.3)	10
2.รายงานผลการทดลอง(ประเมินผลตามการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ในข้อ 2.3 )	70
3.สอบปลายภาค(ประเมินผลตามการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ในข้อ 2.3 )	20
<b>รวม</b>	<b>100%</b>

### เกณฑ์การวัดและประเมินผล

ช่วงคะแนน	เกรด
80-100	A
75-79	B <sup>+</sup>
70-74	B
65-69	C <sup>+</sup>
60-64	C
55-59	D <sup>+</sup>
50-54	D
0-49	F
คะแนนสอบไม่สมบูรณ์	I

## หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

### 1. เอกสารและตำราหลัก

ราตรี วรรชิตชัยและวศ.ศศิเกษม ทองยงค์. **ฟิสิกส์เคมี**. กรุงเทพมหานคร: ชวนพิมพ์, 2523.

เรืองศรี วัฒนเสถ์. **เคมีฟิสิกส์พื้นฐานสำหรับวิทยาศาสตร์ประยุกต์**. เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2533.

วิชัย ธรานนท์. **เคมีฟิสิกส์ 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.

Atkins, P.W. **Physical Chemistry**. 5<sup>th</sup> ed. America: Oxford University Press. 1994.

Barrow, G.M. **Physical Chemistry**. 4<sup>th</sup> ed. America: McGraw-hill Book Company. 1979.

Levine, I.N. **Physical Chemistry**. 3<sup>rd</sup> ed. Singapore: McGraw-hill Book Company. 1988.

---

### 2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

มีเอกสารการปฏิบัติการทางเคมีกายภาพให้นักศึกษาใช้ประกอบการทำปฏิบัติการ

### 3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

นักศึกษาสามารถค้นคว้าข้อมูลประกอบการปฏิบัติการได้จากเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่นๆ และทางเว็บไซต์

## หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

### 1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- การซักถาม อภิปรายในชั้นเรียน
- ประเมินตนเองจากงานที่มอบหมาย
- แบบประเมินผู้สอนของนักศึกษา

### 2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะทำการทดลอง
- ทดสอบย่อย/ซักถาม/ข้อสอบปลายภาค
- ผลการทำปฏิบัติการ/รายงานผลการทดลอง
- แบบประเมินผู้สอน



### 3. การปรับปรุงการสอน

นำผลที่ได้จากการประเมินการสอน หรือการประเมินผู้เรียนแต่ละบุคคลมาปรับปรุงการเรียนการสอนให้ตอบสนองต่อผู้เรียนเป็นรายบุคคล

### 4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

ต้องมีการกำหนดเป็นแนวทางในสาขาวิชาเช่น อาจารย์ผู้สอนวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์ช่วยกันออกข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

### 5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมินและการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของการเรียน

- ควรมีการปรับปรุงการเรียนการสอนในรายวิชานี้ทุกภาคการศึกษาหรือตามข้อเสนอแนะของนักศึกษา เช่น มีการอภิปรายแต่ละปฏิบัติการและซักถามก่อนการทำการทดลอง ทำให้นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจและวางแผนการทดลองได้ชัดเจนมากขึ้น
- จัดอาจารย์ผู้สอนหลายท่านสอนในรายวิชานี้เพื่อให้มีความเข้มข้นของเนื้อหาวิชาและความหลากหลายในวิธีการสอนและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆ

**ดร.ภควดี สุขอนันต์**

### 3. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้านของหมวดวิชาเฉพาะด้าน

#### 3.1 คุณธรรม จริยธรรม

##### 3.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

การมีคุณธรรม จริยธรรม ทำให้นักศึกษาสามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างมีความสุข การปลูกฝังคุณธรรมเพื่อให้นักศึกษามีจริยธรรมที่ดีงามจึงก่อให้เกิดความร่มเย็นในสังคม ก่อให้เกิดประโยชน์ สุขต่อส่วนรวม โดยนักศึกษาต้องมีคุณธรรม จริยธรรมอย่างน้อย 4 ข้อ ดังนี้

- (1) มีความซื่อสัตย์สุจริต
- (2) มีระเบียบวินัย
- (3) มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
- (4) เคารพสิทธิและความคิดเห็นของผู้อื่น
- (5) มีจิตสาธารณะ

##### 3.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

การปลูกฝังให้นักศึกษาเคารพกฎระเบียบที่สังคมกำหนด วัฒนธรรมขององค์กร ตลอดจนความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

- (1) แทรกสอดความมีคุณธรรม จริยธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต ในเนื้อหาวิชาเรียน
- (2) ความมีระเบียบวินัย ตรงต่อการเข้าชั้นเรียน
- (3) ความรับผิดชอบต่อน้ำที่ที่ได้รับมอบหมาย
- (4) ปริมาณการลอกการบ้านหรือทำทุจริตในการสอบ
- (5) สร้างจิตสำนึกและตระหนักทางวิชาการ และปลูกฝังการมีจิตสาธารณะ

### 3.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) ประเมินจากพฤติกรรมของนักศึกษา โดยวิธีสังเกต หรือจากผู้เกี่ยวข้อง
- (2) ประเมินจากการเข้าชั้นเรียน และหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
- (3) ประเมินจากปริมาณการลอกการบ้านหรือทำทุจริตในการสอบ
- (4) ประเมินจากกิจกรรมในชั้นเรียนหรือนอกชั้นเรียน

## 3.2 ความรู้

### 3.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

การพัฒนาความรู้ช่วยให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประกอบอาชีพ และเพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม โดยนักศึกษาคควรพัฒนาความรู้ 4 ข้อ ดังนี้

- (1) มีความรู้ในหลักการและทฤษฎีทางด้านวิทยาศาสตร์และหรือคณิตศาสตร์
- (2) มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่จะนำมาอธิบายหลักการและทฤษฎีในศาสตร์เฉพาะ
- (3) สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการ พัฒนาความรู้ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- (4) มีความรอบรู้ในศาสตร์ต่างๆ ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

### 3.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) การสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พัฒนาศักยภาพโดยคำนึงถึงความแตกต่างในหลากหลายรูปแบบตามเนื้อหาวิชา เช่น การบรรยาย การบรรยายเชิงปฏิบัติการ
- (2) การศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง
- (3) บูรณาการความรู้ตามหลักวิชา และทฤษฎีกับชีวิตประจำวัน

### 3.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

- (1) ประเมินการเรียนรู้จากการศึกษาในรายวิชา โดยผ่านการสอบข้อเขียน สอบปฏิบัติการ การทำแบบฝึกหัด การทำรายงาน หรือในลักษณะอื่นๆ ที่สามารถเทียบเคียงกันได้
- (2) ประเมินจากการศึกษาดูงานนอกสถานที่

## 3.3 ทักษะทางปัญญา

### 3.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

การพัฒนาทักษะทางปัญญาจะส่งผลให้นักศึกษาสามารถประกอบอาชีพและพึ่งพาตนเองได้เมื่อสำเร็จการศึกษา การพัฒนาทักษะทางปัญญาต้องควบคู่กับการพัฒนาความรู้และการมีคุณธรรมจริยธรรม โดยนักศึกษาคควรพัฒนาทักษะทางปัญญาอย่างน้อย 3 ข้อ ดังนี้

(1) สามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีเหตุผลตามหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

(2) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

(3) มีความใฝ่รู้ และสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่หลากหลายได้อย่างถูกต้องและเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรม

### 3.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

(1) การสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการสอนแบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

(2) การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การสัมมนา

(3) การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) กำหนดโจทย์เพื่อกระตุ้นกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์

(4) การสอนโดยใช้ประสบการณ์ (experiential approach) ฝึกปฏิบัติการด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

(5) การสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม (group process) มอบหมายงานและหน้าที่รับผิดชอบในฐานะผู้นำและผู้ตาม ในลักษณะของการอภิปราย และนำเสนอ

(6) การสอนโดยใช้การคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในการแก้ไขปัญหาทางเคมี

### 3.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

(1) ประเมินโดยใช้ข้อสอบที่นักศึกษาต้องประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์

(2) ประเมินจากรายงาน เช่น จากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน

(3) ประเมินจากการอภิปรายกลุ่ม

(4) การประเมินผลตามสภาพจริง (authentic assessment) ประเมินผลตลอดระยะเวลาการเรียนรู้ ได้แก่ การประเมินผลก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยสังเกตพฤติกรรม การทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือการทำแฟ้มสะสมงาน การสอบข้อเขียน การอภิปราย และการนำเสนอผล

## 3.4 ทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

### 3.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

การพัฒนาทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ส่งผลให้นักศึกษาสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มบุคคลต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักศึกษาคควรพัฒนาทักษะด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบอย่างน้อย 3 ข้อ ดังนี้

(1) มีภาวะผู้นำ โดยสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในฐานะผู้นำและสมาชิกที่ดี

(2) มีความรับผิดชอบต่อสังคมและองค์กร รวมทั้งพัฒนาตนเองและพัฒนางาน

(3) สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์และวัฒนธรรมองค์กร

### 3.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) การสอนโดยเน้นการทำงานกลุ่ม
- (2) ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
- (3) สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- (4) การสอนที่เน้นการจัดทำโครงการเพื่อสาธารณะประโยชน์
- (5) การสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม มอบหมายงานและหน้าที่รับผิดชอบในฐานะผู้นำและผู้ตาม ในลักษณะของการอภิปราย และนำเสนอ
- (6) การสอนโดยใช้การคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ ฝึกทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหาทางเคมี ได้อย่างสอดคล้องกับบริบทท้องถิ่น และประเทศ ภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง

### 3.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) ประเมินผลการเรียนรู้จากกระบวนการกลุ่ม
- (2) ประเมินจากความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
- (3) ประเมินผลจากความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสถานการณ์และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
- (4) ประเมินจากความสำเร็จของการจัดทำโครงการเพื่อสาธารณประโยชน์

## 3.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### 3.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี

การพัฒนาทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลให้นักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือที่จำเป็นต่อการทำงานที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ สามารถสื่อสารและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสม โดยนักศึกษาคควรพัฒนาทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างน้อย 4 ข้อ ดังนี้

- (1) สามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติ เพื่อการวิเคราะห์ประมวลผลการแก้ปัญหาและนำเสนอข้อเสนอมูลได้อย่างเหมาะสม
- (2) มีทักษะการใช้ภาษาเพื่อสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพรวมทั้งการเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม
- (3) มีทักษะและความรู้ภาษาอังกฤษหรือภาษาต่างประเทศอื่นเพื่อการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสมและจำเป็น
- (4) สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสถานการณ์

### 3.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี

- (1) การสอนที่เน้นการฝึกปฏิบัติ
- (2) การสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
- (3) การสอนผ่านระบบเครือข่าย
- (4) การสอนโดยการแก้ปัญหาโดยใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลข

(5) การศึกษาเพิ่มเติมผ่านระบบสารสนเทศ

(6) การสอนโดยใช้ประสบการณ์ ฝึกทักษะการวิเคราะห์ในงานวิจัยโดยใช้วิธีการทางสถิติ การสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศได้ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ และการนำเสนอต่อสาธารณชน

### 3.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) ประเมินจากผลการเรียนรู้จากการฝึกปฏิบัติ
- (2) ประเมินจากผลการเรียนรู้จากการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์
- (3) ประเมินจากผลการเรียนรู้จากการสอนผ่านระบบเครือข่าย
- (4) ประเมินจากผลการเรียนรู้จากการแก้ไขปัญหาโดยใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลข
- (5) ประเมินผลการเรียนรู้จากผลงานการนำเสนอ และเอกสารประกอบ

### แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชาหมวดวิชาเฉพาะด้าน วิชาปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์

1. คุณธรรม จริยธรรม					2. ความรู้				3. ทักษะทางปัญญา			4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ			5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	○