

รายละเอียดของรายวิชา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

หมวดที่ 1. ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อรายวิชา
343232 ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1
Physical Chemistry Laboratory I
2. จำนวนหน่วยกิต
1 (0-3-2)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
วิชาบังคับ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน (ถ้ามีหลายคน ใสให้ครบตามที่เป็นจริง)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

ที่	ชื่อ - นามสกุล	เลขประจำตัว บัตรประชาชน	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ
1	นางสาว อัจฉรา ศิริมั่งคะลา		ผู้ช่วยศาสตราจารย์	Dr.rer.nat (Physical Chemistry)

อาจารย์ผู้สอน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	เลขประจำตัว บัตรประชาชน	ตำแหน่งทางวิชาการ	คุณวุฒิ
1	นาย สุวัตร นานันท์		อาจารย์	
1	นางสาว อัจฉรา ศิริมั่งคะลา		ผู้ช่วยศาสตราจารย์	Dr.rer.nat (Physical Chemistry)
1	นาย ศุภรินทร์ ศิริวงศ์		ผู้ช่วยศาสตราจารย์	
1	นาง ไฉนพร ตำนวิรุฑัย		รองศาสตราจารย์	

5. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน
ภาคการศึกษา ชั้นปีที่
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite)
 - 6.1 รายวิชาที่เรียนมาก่อนและต้องสอบผ่าน (*ระบุเฉพาะรหัสวิชาที่ต้องการ)
 - 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 "รายวิชาพร้อม" หรือ "Corequisite" ตามด้วยรหัสวิชาที่ต้องการ

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

8. สถานที่เรียน
ภาควิชาเคมี
9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายวิชาครั้งล่าสุด
2015-07-27

หมวดที่ 2. จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา
เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนวิชานี้ นักศึกษาสามารถ 1.1. มีเทคนิคพื้นฐานทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่ถูกต้อง 1.2. เข้าใจหลักการและทฤษฎีทางเคมีเชิงฟิสิกส์มากขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ 1.3. รู้จักวิธีจัดการกับสารเคมีที่ใช้แล้ว 1.4. มีวินัยในตนเองและในวิชาชีพ มีความซื่อสัตย์ทางวิชาการและรับผิดชอบต่อตนเอง วิชาชีพและสถาบันในการเรียนรู้ 1.5. มีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการอธิบายปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวันได้ และสามารถใช้ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สารสนเทศมาแสวงหาความรู้ได้
2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา
จัดให้มีปฏิบัติการที่สอดคล้องกับการเรียนในภาคบรรยายของวิชา 343 231 เคมีเชิงฟิสิกส์ 1 ซึ่งปฏิบัติการที่จะใช้ในการเรียนนั้น จะเป็นปฏิบัติการที่จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจใน ภาคบรรยายได้ดีขึ้น เป็นปฏิบัติการที่สามารถทำให้แล้วเสร็จในเวลาที่กำหนดและสามารถ ได้ข้อสรุปที่จะสนับสนุนภาคบรรยายได้ดี มีการปรับปรุงให้สอดคล้องหรือตามข้อเสนอแนะของมคอ 5

หมวดที่ 3. ลักษณะและการดำเนินงาน

1. คำอธิบายรายวิชา
การทดลองเกี่ยวกับการวัดสมบัติทางกายภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับฟังก์ชันทางอุณหพลศาสตร์โดยวิธีต่าง ๆ สมดุลวัฏภาค รวมทั้ง แบบของแข็ง-ของเหลว ของเหลว-ของเหลว ของเหลว-ไอ การละลายได้บางส่วนของของเหลว การละลายได้ร่วมกันและกัน และ การรวมกันของโมเลกุล ไอโซเทอร์มการดูดซับ การรวมก้อนของคอลลอยด์
Practical work based on physical properties measurements concerning thermodynamics functions by various methods; phase equilibria including solid-liquid, liquid-liquid, liquid-vapour, partially miscible liquid, mutual solubilities and molecular association, adsorption isotherm, coagulation of colloids.
2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา
บรรยาย 0 ปฏิบัติการ 0 สอนเสริม 0 ฝึกภาคสนาม/ฝึกงาน 0 ศึกษาด้วยตนเอง 30 รวม 66
3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

หมวดที่ 4. การพัฒนาและการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. คุณธรรม จริยธรรม

- 1 คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา
 - (1) มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและหรือวิชาชีพ
 - (2) มีวินัย ซื่อสัตย์ มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ รับผิดชอบต่อตนเอง และสังคม
 - (3) มีจิตสาธารณะ รักและภาคภูมิใจในท้องถิ่น สถาบัน และประเทศชาติ
 - (4) เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
 - 2 วิธีการสอน
 - (1) ชี้แจงให้นักศึกษาทราบถึงระเบียบและวิธีการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มปฏิบัติการครั้งแรก เช่น การเข้าห้องปฏิบัติการตรงเวลา ส่งรายงานผลการทดลองตามเวลาที่กำหนด แต่งกายถูกต้องตามระเบียบ มหาวิทยาลัยขอนแก่นและเหมาะสมต่อการเข้าห้องปฏิบัติการทางเคมี
 - (2) ปลุกฝังให้มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น เช่น ไม่คัดลอกรายงาน ไม่เขียนผลการทดลองที่ไม่ได้มาจากการทดลอง
 - (3) มอบหมายให้นักศึกษารับผิดชอบความเรียบร้อยของโต๊ะปฏิบัติการของตนเอง
 - (4) ปลุกฝังให้นักศึกษาตระหนักถึง Green Chemistry การทิ้งของเสียที่เกิดจากการทดลอง
 - (5) อาจารย์ควบคุมการทำปฏิบัติการของนักศึกษาอย่างใกล้ชิด พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา
 - 3 วิธีการประเมินผล
 - (1) สังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกในชั้นเรียนที่เกี่ยวกับทางด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่ได้มีการชี้แจงให้ทราบแล้ว
 - (2) มีการประเมินผลตามระเบียบและวิธีการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการ เช่น การเข้าห้องปฏิบัติการตรงเวลา การส่งรายงานตรงเวลา การไม่ลบผลการทดลองเดิมแล้วเขียนขึ้นมาใหม่
2. ความรู้
- 1 ความรู้ที่ต้องพัฒนา
 - (1) มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีสำคัญในสาขาเคมีเชิงฟิสิกส์ผ่านการลงมือปฏิบัติ
 - (2) สามารถวางแผนการทำปฏิบัติการ มีทักษะและประสบการณ์ในการทดลอง
 - (3) สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันหรือใช้ประกอบกับความรู้ในด้านอื่นๆ
 - (4) มีความรู้ในธรรมเนียมปฏิบัติและจรรยาบรรณในสาขาวิชาชีพ
 - 2 วิธีการสอน
 - (1) อธิบายภาพรวมของแต่ละการทดลองก่อนเริ่มปฏิบัติการ
 - (2) สาธิตเทคนิคการใช้ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในปฏิบัติการ
 - (3) แนะนำให้นักศึกษาจัดเตรียมแผนภาพแสดงขั้นตอนการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองก่อนเข้ามาทำปฏิบัติการ
 - (4) จัดทำคู่มือปฏิบัติการเป็นสื่อในการเรียนรู้
 - (5) ควบคุมการทำปฏิบัติการอย่างใกล้ชิด
 - (6) มีการอภิปรายปัญหาที่พบในแต่ละปฏิบัติการระหว่างอาจารย์และนักศึกษาทั้งในและนอกห้องปฏิบัติการ
 - (7) มีการตรวจสอบผลการทดลอง หลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการแต่ละครั้ง
 - 3 วิธีการประเมินผล
 - (1) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- (2) ตรวจรายงานการทดลอง การคำนวณ การสรุปผลการทดลอง
 - (3) สอบข้อเขียนปลายภาค
3. ทักษะทางปัญญา
- 1 ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา
 - (1) สามารถคิดวิเคราะห์ อภิปรายและวิจารณ์ผลการทดลอง เพื่อใช้ในการพัฒนาความรู้และการแก้ปัญหาทางเคมีเชิงฟิสิกส์ได้
 - (2) สามารถใช้ความรู้ทางทฤษฎีคิดวิเคราะห์ อภิปราย และวิจารณ์ผลการทดลองในแต่ละปฏิบัติการได้
 - 2 วิธีการสอน
 - (1) บรรยายและสาธิตวิธีการทดลอง
 - (2) จัดให้นักศึกษาทุกคนทำปฏิบัติการด้วยตนเอง
 - (3) ให้คำแนะนำในขณะที่ทำปฏิบัติการ
 - 3 วิธีการประเมินผล
 - (1) ตรวจรายงานการทดลอง การสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง
 - (2) สอบข้อเขียนปลายภาค
4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ
- 1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา
 - (1) มีภาวะผู้นำ มีความคิดริเริ่มในการวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างเหมาะสมบนพื้นฐานของตนเองและของกลุ่ม
 - (2) มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาตนเอง
 - (3) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี โดยตระหนักในความแตกต่างหลากหลายทางสังคมและวัฒนธรรม
 - 2 วิธีการสอน
 - (1) ให้นักศึกษาสามารถแสดงความคิดริเริ่มในการวิเคราะห์ปัญหาบนพื้นฐานของตนเองและของกลุ่ม
 - (2) ให้นักศึกษาทำปฏิบัติการเป็นกลุ่มโดยแบ่งความรับผิดชอบในแต่ละขั้นตอน
 - (3) ให้นักศึกษาเตรียมตารางบันทึกผลการทดลองก่อนเข้าทำปฏิบัติการ โดยการค้นคว้า หรือคำนวณ ข้อมูลล่วงหน้า
 - 3 วิธีการประเมินผล
 - (1) สังเกตจากพฤติกรรมและการมีส่วนร่วมของนักศึกษาในกลุ่มย่อยขณะทำการทดลองในแต่ละปฏิบัติการ
 - (2) สังเกตระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิบัติการและความถูกต้องของข้อมูล
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา
 - (1) สามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการอธิบายปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวันได้
 - (2) สามารถใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศในการค้นคว้าข้อมูลต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลอง
 - 2 วิธีการสอน

- (1) แสดงที่มาของสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเคมีเชิงฟิสิกส์
- (2) แนะนำการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการทดลองแต่ละครั้ง
- (3) แนะนำแหล่งข้อมูล/ฐานข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แบบออนไลน์และวิธีการค้นคว้า

3 วิธีการประเมินผล

- (1) ประเมินความสามารถของนักศึกษาในการแสดงข้อมูล การสรุปผล การนำเสนอกราฟ
- (2) ประเมินผลจากรายงานของแต่ละการทดลอง

6. ทักษะพิเศษ

หมวดที่ 5. แผนการสอนและการประเมินผล

1.

แผนการสอน

ลำดับที่	หน่วย บทและหัวข้อ	จำนวน ชั่วโมง	ผลการเรียนรู้						วัตถุประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน	วิธีการประเมิน	อาจารย์ผู้สอน
			1	2	3	4	5	6					
2	<p>บทนำเข้าปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1</p> <p>1. แนะนำและข้อควรปฏิบัติในการเข้าปฏิบัติการเชิงฟิสิกส์ 1 2. การทดลองพื้นฐาน การเตรียมและหาความเข้มข้นของสารละลาย</p>		●	●					<p>1. เพื่อเข้าใจข้อควรปฏิบัติในการเข้าปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1 2. สามารถเตรียมและหาความเข้มข้นของสารละลาย</p>	<p>1. แนะนำและข้อควรปฏิบัติในการเข้าปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1 2. สาธิตการใช้อุปกรณ์ เครื่องแก้วต่าง ๆ 3. แนะนำการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้า 4. แจกแบบสอบถามความรู้ด้านจิตสำนึกและความตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและหรือวิชาชีพและข้อควรปฏิบัติในการเรียนวิชาปฏิบัติการ 5. ตรวจการบ้านที่สั่งให้ทำในคู่มือปฏิบัติการ 6. ทำการทดลองพื้นฐาน การเตรียมและหาความเข้มข้นของสารละลาย</p>	<p>คู่มือปฏิบัติการ สารเคมีและอุปกรณ์เครื่องแก้ว</p>	<p>- เซ็นชื่อเข้าปฏิบัติการ เกณฑ์ผ่าน 80 % -ประเมินผล การตอบแบบสอบถาม เกณฑ์ผ่าน 80 % - ตรวจการบ้าน (ในคู่มือปฏิบัติการ) เกณฑ์ผ่าน 80 % - ตรวจรายงานการทดลอง เกณฑ์ผ่าน 80 % - สอบปลายภาค เกณฑ์ผ่าน 60 %</p>	<p>ผศ. อัจฉราศิริมั่งคะลา อ. สุวัตร นานันท์ รศ. โฉนพร ตำนวิรุทัย ผศ. ศัชรินทร์ ศิริวงศ์</p>
3-12	<p>ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 1 ปฏิบัติการที่ 1 Viscosity ปฏิบัติการที่ 2 Binary Solid-Liquid Phase Diagram: Diphenyl-Naphthalene System ปฏิบัติการที่ 3 Determination of the Critical</p>		●	●	●	●	●	<p>1. เพื่อศึกษาหาค่าความหนืดของของเหลวที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ 2. เพื่อสามารถอธิบายแผนภาพวัฏภาคของแข็ง-ของเหลวของระบบสององค์ประกอบได้ 3. เพื่อสามารถอธิบายแผนภาพวัฏ</p>	<p>1. อธิบายก่อนทำปฏิบัติการ 2. ตรวจตารางบันทึกผลการทดลองที่นักศึกษาออกแบบมาสำหรับปฏิบัติการนั้น ๆ รวมถึงตรวจสอบผลการคำนวณก่อนเข้าปฏิบัติการ (ถ้ามี) 2. แนะนำการใช้</p>	<p>คู่มือปฏิบัติการ สารเคมี อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องมือวิทยาศาสตร์</p>	<p>- เซ็นชื่อเข้าปฏิบัติการ เกณฑ์ผ่าน 80 % - ตรวจสมุดบันทึกผลการทดลอง เกณฑ์ผ่าน 80 % - ตรวจรายงานการทดลอง เกณฑ์ผ่าน 80 %</p>	<p>ผศ. อัจฉราศิริมั่งคะลา อ. สุวัตร นานันท์ รศ. โฉนพร ตำนวิรุทัย ผศ. ศัชริน</p>	

	Temperature of the Phenol-Water System ปฏิบัติการที่ 4 Mutual Solubilities and Densities in the 2-Butanone-Water System ปฏิบัติการที่ 5 Determination of Vapor Pressure and Latent Heat of Vaporization ปฏิบัติการที่ 6 Partial Molar Volumes ปฏิบัติการที่ 7 Heat of Solution (Calorimetric Method) ปฏิบัติการที่ 8 Heat of Solution (Solubility Method) ปฏิบัติการที่ 9 Adsorption Isotherm ปฏิบัติการที่ 10 Coagulation of Colloids							ภาคของเหลว-ของเหลวซึ่งสามารถละลายกันได้บางส่วน 4. เพื่อศึกษาความสามารถในการผสมกันระหว่างของเหลวสองชนิดและพฤติกรรม salting-out effect 5. เพื่อสามารถหาความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ปริมาตรและความดัน 6. เพื่อสามารถหาค่า partial molar volume ของน้ำและเอทานอลในของผสมน้ำ-เอทานอล 7. เพื่อสามารถหาความร้อนของสารละลายโดยเทคนิค Calorimetric Method 8. เพื่อสามารถหาความร้อนของสารละลายโดยเทคนิค Solubility Method 9. เพื่อสามารถวิเคราะห์ชนิดของ isotherm ที่ใช้อธิบายพฤติกรรมของการดูดซับกรดอะซิติกของผงถ่านได้ 10. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของสารละลายคอลลอยด์	เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (ถ้ามี) 3. ควบคุม ดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษา พร้อมให้คำปรึกษา 4. อาจารย์เซ็นชื่อกำกับผลการทดลองที่นักศึกษาบันทึกในสมุดของแต่ละคน 5. ชักถามความเข้าใจของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม เกี่ยวกับผลที่ได้และแนวทางในการสรุปผลการทดลอง หมายเหตุ 1. นักศึกษาจะส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ในสัปดาห์ถัดไป 2. เนื่องจากข้อจำกัดของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ จึงจัดให้นักศึกษาเข้าทำปฏิบัติการในระบบเวียน โดยแต่ละกลุ่มจะเข้าทำปฏิบัติการแต่ละเรื่องไม่ซ้ำ และจะทำจนครบ 10 เรื่อง ใน 10 สัปดาห์	% - สอบถามความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับผลการทดลองที่ได้ - สอบปลายภาคเกณฑ์ผ่าน 60 %	นทร์ ศิริวงค์
13	สรุปและตรวจเช็คอุปกรณ์ 1. ตรวจสอบบันทึกผลการทดลอง 2. ตรวจเช็คอุปกรณ์		●					1. เพื่อตรวจสอบผลสรุปที่ได้จากการทดลองในสมุดบันทึกผลการทดลอง 2. ตรวจเช็ค	1. เพื่อตรวจสอบผลสรุปที่ได้จากการทดลองในสมุดบันทึกผลการทดลอง 2. ตรวจเช็ค		ผศ. อัจฉราศิริมิ่งคะลา อ. สุวัตร

									อุปกรณ์ เพื่อประเมินค่าของ เสียหาย	อุปกรณ์ เพื่อประเมินค่าของ เสียหาย			นานันท์ รศ.ไฉนพร दानวิรุทัย ผศ.คัชริ นทร์ ศิริ วงศ์
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------------------------	---------------------------------------	--	--	--

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ลักษณะการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนคะแนน	หมายเหตุ
การเข้าเรียน และการตรงต่อเวลา และผลการตอบแบบสอบถามในชั้นเรียน	2-13	5	สุวัตร, อัจฉรา, ไฉนพร, ศัชรินทร์
รายงานการทดลองพื้นฐาน	2	2	สุวัตร, อัจฉรา, ไฉนพร, ศัชรินทร์
ความสนใจและการมีส่วนร่วมในการทำงาน	2-13	4	สุวัตร, อัจฉรา, ไฉนพร, ศัชรินทร์
สมุดบันทึกผลการทดลอง	2-13	4	อัจฉรา
รายงานการทดลอง	2-12	35	อาจารย์สาขาวิชาเคมีเชิงฟิสิกส์
การสอบข้อเขียนปลายภาค	16	50	ศัชรินทร์, อัจฉรา

หมวดที่ 6. ทรัพยากรการเรียนการสอน

1. ตำราและเอกสารหลัก

1. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คู่มือปฏิบัติการเคมีฟิสิกส์ 2553. 2. Shoemaker, D.P., Garland, C.W., Nibler, J.W. Experiments in physical chemistry. New York : McGraw-Hill, 1989.

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

1. Atkins, P.W. Physical Chemistry. Oxford : Oxford Univ. Pr. 1994. 2. Chang, R. Chemistry. 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

2. Alberty, R. A. Physical Chemistry. New York : Wiley, 1987.

หมวดที่ 7. การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- การประเมินโดยมหาวิทยาลัย - การประเมินการสอนของอาจารย์ออนไลน์โดยนักศึกษาที่ลงทะเบียน

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

- การประเมินตนเองด้านประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ - การนำเสนอระดับคะแนนหรือเกรดต่อที่ประชุมภาควิชา และที่ประชุมกรรมการ ประจำคณะ

3. การปรับปรุงการสอน

มีการประชุมร่วมกันของกลุ่มผู้สอนประจำปี เพื่อพิจารณาปรับปรุงการสอนในปีต่อไป โดย พิจารณาจาก - ผลการประเมินในข้อ 1 และ 2 - พฤติกรรมการเข้าเรียน ความตั้งใจเรียนของนักศึกษา การส่งงาน ผลการสอบ และ การตัดเกรด

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

- มีการประชุมพิจารณาระดับคะแนนหรือเกรดต่อที่ประชุมภาควิชา และกรรมการวิชาการ ประจำคณะ เพื่อปรับปรุงมาตรฐานระดับคะแนน - เมื่อประกาศผลระดับคะแนนหรือเกรดแล้ว นักศึกษาสามารถขอตรวจสอบได้ตามเกณฑ์ ของมหาวิทยาลัย จะเข้าสู่กระบวนการทวนสอบในช่วงปิดภาคต้น ปีการศึกษา 2558

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

มีการประชุมร่วมกันของกลุ่มผู้สอนประจำปี โดยพิจารณาจากผลการประเมินการสอนโดยนัก ศึกษา และนำข้อเสนอไปปรับปรุงในรายวิชา

