



หลักสูตรการอบรมวิชาเคมี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2567)

รับรองโดยที่ประชุมคณะกรรมการวิชาเคมี วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2567

เนื้อหา ประกอบด้วย 4 สาขา ดังนี้

1. เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry)
2. เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry)
3. เคมีเชิงฟิสิกส์ (Physical Chemistry)
4. เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry)

วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

นักเรียนผู้ผ่านการอบรมมีความรู้ในเนื้อหาทั้ง 4 สาขา และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ค่าย 1 ประกอบด้วยหัวข้อและเนื้อหาในการอบรมต่อไปนี้

หัวข้อ	เนื้อหา
1. โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ	<p>1.1 วิวัฒนาการของโครงสร้างอะตอม</p> <ul style="list-style-type: none">- แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ด- ความเป็นอนุภาคของแสง- แบบจำลองอะตอมของโบร์- โครงสร้างอะตอมตามแบบกลศาสตร์คลื่น <p>1.2 เลขอะตอม เลขมวล และสัญลักษณ์นิวเคลียร์</p> <p>1.3 เลขควอนตัมและโครงสร้างอิเล็กตรอน (การจัดอิเล็กตรอน)</p> <p>1.4 โครงสร้างอิเล็กตรอนและตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ</p> <p>1.5 สมบัติของธาตุในตารางธาตุ</p>
2. พันธะเคมี 1	<p>2.1 สัญลักษณ์แบบจุดของอะตอม</p> <p>2.2 พันธะไอออนิก</p> <ul style="list-style-type: none">- การเกิดพันธะไอออนิก- สารประกอบไอออนิก : สูตร ชื่อ สูตรลิวอิส สมบัติ <p>2.3 พันธะโคเวเลนต์</p> <ul style="list-style-type: none">- การเกิดพันธะโคเวเลนต์- สมบัติของพันธะโคเวเลนต์- สภาพขั้วของพันธะ- สารโคเวเลนต์ : สูตร ชื่อ สมบัติ โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างเรโซแนนซ์ ประจุฟอร์มัล <p>2.4 พันธะโลหะ</p> <ul style="list-style-type: none">- แบบจำลองทะเลอิเล็กตรอนและสมบัติของโลหะ

หัวข้อ	เนื้อหา
3. พันธะเคมี 2	3.1 ทฤษฎี VSEPR <ul style="list-style-type: none"> - รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว - รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว - โมเลกุลที่มีอะตอมกลางหลายอะตอม - สภาพขั้วของโมเลกุล 3.2 ไฮบริไดเซชัน (Hybridization) <ul style="list-style-type: none"> - การสร้างไฮบริดออร์บิทัลชนิดต่าง ๆ - การใช้ทฤษฎี VSEPR ทำนายไฮบริไดเซชัน - ไฮบริไดเซชันในโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว - ไฮบริไดเซชันในโมเลกุลที่มีพันธะคู่และพันธะสาม 3.3 แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล <ul style="list-style-type: none"> - แรงแวนเดอร์วาลส์ : แรงแดิโพล-ไดโพล และ แรงลอนดอน - พันธะไฮโดรเจน
4. สมบัติของธาตุหมู่หลัก (ธาตุเรพรีเซนเททีฟ)	4.1 ธาตุหมู่ 1 และหมู่ 2 4.2 ธาตุหมู่ 13 ถึงหมู่ 18 4.3 ธาตุไฮโดรเจน 4.4 สารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของธาตุในคาบที่ 2 และคาบที่ 3
5. ปริมาณสัมพันธ์ 1	5.1 ระบบหน่วยวัดสากลและการเปลี่ยนหน่วยในการคำนวณ <ul style="list-style-type: none"> - วิธีเทียบหน่วย (factor-label method) 5.2 เลขนัยสำคัญ 5.3 ปริมาณสัมพันธ์ของธาตุและสารประกอบ <ul style="list-style-type: none"> - มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม - มวลโมเลกุลและมวลสูตร - โมลและมวลต่อโมล - จำนวนโมลกับปริมาตรของสาร - สมมูลและน้ำหนักสมมูล - ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนสมมูล มวลต่อโมล และน้ำหนักกรัมสมมูล 5.4 สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล 5.5 ความเข้มข้นของสารละลาย <ul style="list-style-type: none"> - ร้อยละโดยมวล ร้อยละโดยปริมาตร ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน - โมลาริตี โมแลลิตี เศษส่วนโมล นอร์แมลิตี 5.6 การเตรียมสารละลาย

หัวข้อ	เนื้อหา
6. แก๊ส	6.1 การวัดปริมาตร อุณหภูมิ และความดัน 6.2 กฎของแก๊ส – กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก และกฎรวมของแก๊ส – กฎของอาโวกาโดร และกฎของแก๊สอุดมคติ 6.3 แก๊สผสม กฎความดันย่อยของดอลตัน 6.4 การแพร่ผ่านและการแพร่ – กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
7. ปริมาณสัมพันธ์ 2	7.1 ปฏิริยาเคมีและประเภทของปฏิริยาเคมี 7.2 การเขียนและดุลสมการเคมี – การดุลสมการเคมีโดยการตรวจพินิจ – การดุลสมการรีดอกซ์ 7.3 กฎที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารในปฏิริยาเคมี – กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ และกฎสัดส่วนพหุคูณ – กฎของเกย์-ลูสแซก – กฎของอาโวกาโดร 7.4 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิริยาเคมี 7.5 สารกำหนดปริมาณ 7.6 ผลได้ร้อยละ
8. จลนพลศาสตร์เคมี 1	8.1 อัตราการเกิดปฏิริยา 8.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยา – ธรรมชาติของสารตั้งต้น พื้นที่ผิว – ความเข้มข้น กฎอัตราและอันดับปฏิริยา (0, 1, 2) ครึ่งชีวิต – อุณหภูมิและสมการอาร์เรเนียส – ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิริยา 8.3 พลังงานและกลไกการเกิดปฏิริยา
9. สมดุลเคมี	9.1 ลักษณะทั่วไปของสภาวะสมดุล 9.2 ค่าคงที่สมดุล (K) – ความสัมพันธ์กับค่าคงที่อัตรา 9.3 การทำนายทิศทางของการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่สมดุล 9.4 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมีและหลักของเลอชาเตอลีเอ (ความเข้มข้น ความดัน อุณหภูมิ) 9.5 ค่าคงที่สมดุลที่อุณหภูมิต่าง ๆ 9.6 การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับสมดุล

หัวข้อ	เนื้อหา
10. สมดุลไอออน	10.1 ทฤษฎีกรด-เบส (Arrhenius, Lowry-Bronsted, Lewis theories) 10.2 ความแรงของของกรดและเบส – ปัจจัยที่มีผลต่อความแรง (โครงสร้าง, levelling solvent) 10.3 การแตกตัวของน้ำและพีเอช 10.4 การแตกตัวของกรดและเบส – กรดแก่ เบสแก่ – กรดอ่อน เบสอ่อน – กรดพอลิโปรติก 10.5 ปฏิกิริยาของกรดและเบส – ปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส – ปฏิกิริยาของกรดหรือเบสกับสารบางชนิด 10.6 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของสารละลายเกลือ 10.7 สารละลายบัฟเฟอร์ 10.8 อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส 10.9 การไทเทรตระหว่างสารละลายกรด-เบส – กราฟการไทเทรตกรด-เบสชนิดต่าง ๆ – สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิและทุติยภูมิ – การเลือกอินดิเคเตอร์ 10.10 สมดุลการละลายและค่าคงที่สมดุลการละลาย – ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลการละลาย – การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลการละลาย – การทำนายการตกตะกอน 10.11 สมดุลของสารเชิงซ้อนและค่าคงที่สมดุลของสารเชิงซ้อน – ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลของสารเชิงซ้อน – การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลของสารเชิงซ้อน
11. เคมีนิวเคลียร์	11.1 ปรากฏการณ์ของกัมมันตภาพรังสี 11.2 การสลายตัวของไอโซโทปกัมมันตรังสีในธรรมชาติ 11.3 เสถียรภาพนิวเคลียร์ 11.4 ปฏิกิริยานิวเคลียร์และการสังเคราะห์กัมมันตภาพรังสี
12. อุณหเคมี	12.1 ความร้อนและกฎการอนุรักษ์พลังงาน 12.2 ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ 12.3 อุณหเคมี 12.4 กฎของเฮสส์และวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ 12.5 เอนทัลปีจากพลังงานพันธะ เอนทัลปีของการเกิดสารประกอบ

หัวข้อ	เนื้อหา
13. เคมีไฟฟ้า 1	13.1 เซลล์กัลวานิก <ul style="list-style-type: none"> - ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก - การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในเซลล์และศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ - สภาวะมาตรฐาน ขั้วไฟฟ้ามาตรฐาน และศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐาน - การคำนวณศักย์ไฟฟ้าของเซลล์
14. โครงสร้างของสารอินทรีย์และชีวโมเลกุล	14.1 โครงสร้าง พันธะ และสมบัติเบื้องต้นของสารอินทรีย์ <ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้าง พันธะ และหมู่ฟังก์ชัน - โครงสร้างเรโซแนนซ์และการเปรียบเทียบพลังงาน - การเปรียบเทียบสภาพมีขั้วและจุดเดือดของสารอินทรีย์ 14.2 การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ (ชื่อสามัญ ชื่อ IUPAC) 14.3 คาร์โบไฮเดรต <ul style="list-style-type: none"> - มอโนแซ็กคาไรด์ * วิธีแสดงโครงสร้าง เช่น Fischer projection, Haworth projection * ไอโซเมอร์และคอนฟอร์เมอร์ เช่น D- and L-designations, epimers, chair conformation 14.4 ลิพิด <ul style="list-style-type: none"> - กรดไขมัน - ไตรกลีเซอไรด์ 14.5 โปรตีน <ul style="list-style-type: none"> - กรดอะมิโน การจำแนกประเภทกรดอะมิโน - สมบัติกรด-เบสของกรดอะมิโน - จุดไอโซอิเล็กทริกของกรดอะมิโน (Isoelectric point) - โครงสร้างของโปรตีน 14.6 กรดนิวคลีอิก <ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างของกรดนิวคลีอิก (nucleotides, nucleosides) - ประเภทของกรดนิวคลีอิก

คำย 2 ประกอบด้วยหัวข้อและเนื้อหาในการอบรมต่อไปนี้

หัวข้อ	เนื้อหา
15. สมบัติของธาตุแทรนซิชันและสารประกอบโคออร์ดิเนชัน	15.1 สมบัติของธาตุแทรนซิชัน 15.2 สารประกอบโคออร์ดิเนชัน 15.3 การเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบโคออร์ดิเนชัน 15.4 โครงสร้างของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน 15.5 ไอโซเมอร์ของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน <ul style="list-style-type: none"> - ไอโซเมอร์โครงสร้าง (Structural isomer) - สเตอริโอไอโซเมอร์ (Stereoisomer)

หัวข้อ	เนื้อหา
	15.6 ทฤษฎีสถานผลึก (Crystal field theory) 15.7 สีของสารประกอบโคออร์ดิเนชันและอนุกรมสเปกโทรเคมี
16. ของแข็ง	16.1 ชนิดของของแข็ง : ของแข็งอสังฐาน ผลึก 16.2 โครงผลึกและระบบผลึก 16.3 หน่วยเซลล์ : คำจำกัดความ รูปแบบของหน่วยเซลล์ 16.4 หน่วยเซลล์แบบลูกบาศก์และประสิทธิภาพการบรรจุ <ul style="list-style-type: none"> - ลูกบาศก์แบบสามัญ (Simple cubic) - ลูกบาศก์แบบกลางตัว (Body-centered cubic) - ลูกบาศก์แบบกลางหน้า (Face-centered cubic) 16.5 โครงสร้างบรรจุชิดสุด (Closest-packed structure) และประสิทธิภาพการบรรจุ <ul style="list-style-type: none"> - แบบลูกบาศก์ (Cubic closest-packed structure) - แบบเฮกซะโกนัล (Hexagonal closest-packed structure) - ช่องว่างเททระฮีดรัลและช่องว่างออกตะฮีดรัล 16.6 การศึกษาโครงสร้างผลึก <ul style="list-style-type: none"> - Bragg's Law
17. อุณหพลศาสตร์เคมี	17.1 นิยามและคำศัพท์พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับอุณหพลศาสตร์ 17.2 กฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ 17.3 กระบวนการผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ 17.4 เอนทัลปีกับกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ 17.5 เอนโทรปีและกระบวนการเกิดขึ้นได้เอง 17.6 กฎข้อที่สองของอุณหพลศาสตร์ 17.7 การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของปฏิกิริยาเคมี 17.8 กฎข้อที่สามของอุณหพลศาสตร์ 17.9 พลังงานเสรีของกิ๊บส์ 17.10 พลังงานเสรีกับสมดุลเคมีและทิศทางของปฏิกิริยา
18. เคมีไฟฟ้า 2	18.1 เซลล์กัลวานิก <ul style="list-style-type: none"> - พลังงานเสรีของเซลล์กัลวานิก/ปฏิกิริยารีดอกซ์ - ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันของการรวมครึ่งปฏิกิริยา - ความเสถียรของสถานะออกซิเดชัน - ศักย์ไฟฟ้า ณ สภาวะที่ไม่ใช่มาตรฐาน (สมการของเนินสต์) - ความสัมพันธ์ของศักย์ไฟฟ้ากับสมดุลเคมี - เซลล์ความเข้มข้น 18.2 การสีกกร่อนของโลหะ

หัวข้อ	เนื้อหา
	<p>18.3 เซลล์อิเล็กโทรไลต์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ - การทำนายผลิตภัณฑ์ของกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (electrolysis) - ความต่างศักย์ของกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า - ปริมาณสัมพันธ์และพลังงานของกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (กฎของฟาราเดย์) <p>18.4 ประโยชน์ของเซลล์เคมีไฟฟ้า</p> <ul style="list-style-type: none"> - แบตเตอรี่
19. ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์	<p>19.1 ประเภทปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์</p> <p>19.2 สเตอริโอเคมีและไอโซเมอร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไอโซเมอร์ชนิดต่าง ๆ (constitutional isomers, configurational isomers, conformational isomers) - conformation ของไซโคลเฮกเซน - ความเป็นไครัล - การระบุสเตอริโอเคมี : <i>E/Z</i>, <i>cis/trans</i>, Cahn-Ingold-Prelog (<i>R/S</i>) <p>19.3 อิเล็กโทรไฟล์และนิวคลีโอไฟล์</p> <ul style="list-style-type: none"> - สมบัติและโครงสร้างทั่วไป - การเปรียบเทียบ electrophilicity และ nucleophilicity - การวาดกลไกการเกิดปฏิกิริยาเบื้องต้น <p>19.4 ปฏิกิริยากรด-เบสของสารอินทรีย์</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลไกการเกิดปฏิกิริยากรด-เบส (proton transfer) - การเปรียบเทียบความเป็นกรดจากการพิจารณาความเสถียรของคู่เบส <p>19.5 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic substitution reaction)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leaving groups - กลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบ S_N1 และ S_N2 - สเตอริโอเคมี - ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ - การเตรียมนิวคลีโอไฟล์จากปฏิกิริยากรด-เบส เช่น alkoxide, enolate - การเปลี่ยนหมู่ $-OH$ ให้เป็น leaving group ที่ดีขึ้นด้วยการเปลี่ยนให้เป็น halogen หรือ $-OTs$ <p>19.6 ปฏิกิริยาการกำจัด (Elimination reaction)</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบ $E1$ และ $E2$ - regioselectivity และสเตอริโอเคมี - ปฏิกิริยาการกำจัดด้วยเบส และ leaving groups ชนิดต่าง ๆ

หัวข้อ	เนื้อหา
	<ul style="list-style-type: none"> - ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่และการกำจัด - การใช้กรดและเบสในการเร่งปฏิกิริยาการกำจัด <p>19.7 ปฏิกิริยาการเติมด้วยอิเล็กโตรไฟล์ (Electrophilic addition)</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลไกการเกิดปฏิกิริยาสำหรับพันธะคู่และพันธะสาม - regioselectivity และสเตอริโอเคมี - ปฏิกิริยาการเติมด้วยอิเล็กโตรไฟล์ชนิดต่าง ๆ - ปฏิกิริยา hydroboration: กลไก, regioselectivity และสเตอริโอเคมี - การเกิด keto-enol tautomerization หลังจากการเติมของแอลไคน์ - ปฏิกิริยาการเติมด้วยอิเล็กโตรไฟล์ของแอลคีนที่มีกลไกซับซ้อนมากขึ้น เช่น epoxidation reaction (mCPBA), Simmon-Smith reaction <p>19.8 ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยอิเล็กโตรไฟล์ (Electrophilic aromatic substitution)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สมบัติความเป็นแอโรแมติก - กลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยอิเล็กโตรไฟล์ - ผลของหมู่แทนที่ต่อความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาและ regioselectivity (หมู่ให้และหมู่ดึงอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ) - ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยอิเล็กโตรไฟล์ชนิดต่าง ๆ <p>19.9 ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic aromatic substitution)</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยนิวคลีโอไฟล์ - ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ <p>19.10 ปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic addition - sp^2 carbon)</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลไกการเกิดปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์ ใน carbon-heteroatom double bonds ในสภาวะที่เป็นกรดและเบส - ปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ เช่น hydration, cyanohydrin formation, hydride nucleophile, carbanion nucleophile (Grignard reaction), aldol reaction - ปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ ที่มีกลไกซับซ้อนมากขึ้น เช่น acetal formation, imine formation, enamine formation, Wittig reaction, aldol elimination, reductive amination - กลไกการเกิดปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์ ใน carbon-carbon double bonds (conjugate addition) - ปฏิกิริยาการเติมแบบคอนจูเกตด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ <p>19.11 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic substitution - sp^2 carbon)</p> <ul style="list-style-type: none"> - กลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่แบบ addition-elimination

หัวข้อ	เนื้อหา
	<ul style="list-style-type: none"> - การเปรียบเทียบความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาของอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิกด้วยการพิจารณา leaving group - ปฏิกิริยาการแทนที่แบบ addition-elimination ด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ เช่น reactions of acid chloride - ปฏิกิริยาการแทนที่แบบ addition-elimination ที่มีกลไกซับซ้อนมากขึ้น เช่น esterification, formation of acid chloride (using SOCl_2), formation of anhydride, amide formation, hydrolysis of esters (acidic and basic condition), hydride reduction, Grignard reaction <p>19.12 ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน</p> <p>การเปลี่ยนแปลง oxidation level เบื้องต้น ระหว่าง</p> <ul style="list-style-type: none"> - alkyne-alkene-alkane-alkyl halide - alcohol-aldehyde-carboxylic acid - ketone-carboxylic acid derivatives - ปฏิกิริยา Fehling และ Tollens <p>19.13 ปฏิกิริยาแรดิคัลพื้นฐาน (Basic radical reactions)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แรดิคัลและการเปรียบเทียบพลังงานของแรดิคัล - ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยไฮโดรเจนของแอลเคน - ปฏิกิริยาการเติมของแอลคีนที่เกิดผ่านกลไกแบบแรดิคัล <p>19.14 การสังเคราะห์หลายขั้นตอนเบื้องต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formation and reactions of diazonium salts <p>19.15 สูตรโครงสร้างพอลิเมอร์พื้นฐาน</p>
20. การใช้หมู่ป้องกันในการสังเคราะห์สารอินทรีย์	<p>20.1 การเปลี่ยนให้เป็น ether, silyl ether</p> <p>20.2 การเปลี่ยนให้เป็น ester, amide</p> <p>20.3 การเปลี่ยนให้เป็น acetal</p>
21. การหาโครงสร้างสารอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี	<p>21.1 $^1\text{H-NMR}$ และ $^{13}\text{C-NMR}$ spectroscopy: chemical shift, multiplicity, and integrals</p> <p>21.2 IR spectroscopy: ประเภทของการสั่นและฟิสิกส์สัญญาณ</p> <p>21.3 Mass spectrometry: molecular ions, isotope distribution</p>
22. จลนพลศาสตร์เคมี 2	<p>22.1 กฎอัตราที่ไม่เป็นไปตามอันดับปกติ และ Kinetic isotope effect</p> <p>22.2 การวิเคราะห์ปฏิกิริยาที่ซับซ้อนด้วย Steady-state and quasi-equilibrium approximations</p> <p>22.3 กลไกในการเร่งปฏิกิริยา</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์

หัวข้อและจำนวนชั่วโมงการอบรมวิชาเคมี

ค่าย	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง
1	บรรยาย	57
	1. โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ	3
	2. พันธะเคมี 1	6
	3. พันธะเคมี 2	3
	4. สมบัติของธาตุหมู่หลัก (ธาตุเรพรีเซนเททีฟ)	3
	5. ปริมาณสัมพันธ์ 1	3
	6. แก๊ส	3
	7. ปริมาณสัมพันธ์ 2	3
	8. จลนพลศาสตร์เคมี 1	6
	9. สมดุลเคมี	4
	10. สมดุลไอออน	9
	11. เคมีนิวเคลียร์	2
	12. อุณหเคมี	3
	13. เคมีไฟฟ้า 1	3
	14. โครงสร้างของสารอินทรีย์และชีวโมเลกุล	6
ฝึกแก้ปัญหา (Problem solving class) กิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกทำโจทย์/ข้อสอบ		12
1.	โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ พันธะเคมี 1 และ 2 สมบัติของธาตุหมู่หลัก เคมีนิวเคลียร์	4
2.	ปริมาณสัมพันธ์ 1 และ 2 สมดุลเคมี สมดุลไอออน เคมีไฟฟ้า 1	4
3.	แก๊ส จลนพลศาสตร์เคมี 1 อุณหเคมี	3
4.	โครงสร้างของสารอินทรีย์และชีวโมเลกุล	1
บรรยายและฝึกแก้ปัญหา		69
ปฏิบัติการ (7 Lab)		21

ค่าย	หัวข้อ	จำนวนชั่วโมง
2	บรรยาย	57
	15. สมบัติของธาตุแทรนซิชั่นและสารประกอบโคออร์ดิเนชัน	9
	16. ของแข็ง	3
	17. อุณหพลศาสตร์เคมี	9
	18. เคมีไฟฟ้า 2	6
	19. ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์	21
	20. การใช้หมู่ป้องกันในการสังเคราะห์สารอินทรีย์	3
	21. การหาโครงสร้างสารอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี	3
	22. จลนพลศาสตร์เคมี 2	3
	ฝึกแก้ปัญหา (Problem solving class) กิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกทำโจทย์/ข้อสอบ	12
	1. สมบัติของธาตุแทรนซิชั่นและสารประกอบโคออร์ดิเนชัน ของแข็ง	3
	2. อุณหพลศาสตร์เคมี จลนพลศาสตร์เคมี 2	3
	3. เคมีไฟฟ้า 2	1
	4. ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ การใช้หมู่ป้องกันในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ การหาโครงสร้างสารอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี	5
	บรรยายและฝึกแก้ปัญหา	69
	ปฏิบัติการ (7 Lab)	21

หมายเหตุ ศูนย์อาจพิจารณาปรับเปลี่ยนจำนวนชั่วโมงได้ตามความเหมาะสม