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	1.1 วิวัฒนาการของโครงสร้างอะตอม – แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ด – ความเป็นอนุภาคของแสง – แบบจำลองอะตอมของโบร์ – โครงสร้างอะตอมตามแบบกลศาสตร์คลื่น 1.2 เลขอะตอม เลขมวล และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ 1.3 เลขควอนตัมและโครงแบบอิเล็กตรอน (การจัดอิเล็กตรอน) 1.4 โครงแบบอิเล็กตรอนและตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ 1.5 สมบัติของธาตุในตารางธาตุ
2. พันธะเคมี 1	2.1 สัญลักษณ์แบบจุดของอะตอม 2.2 พันธะไอออนิก – การเกิดพันธะไอออนิก – สารประกอบไอออนิก : สูตร ชื่อ สูตรลิวอิส สมบัติ 2.3 พันธะโคเวเลนต์ – การเกิดพันธะโคเวเลนต์ – สมบัติของพันธะโคเวเลนต์ – สภาพขั้วของพันธะ – สารโคเวเลนต์ : สูตร ชื่อ สมบัติ โครงสร้างลิวอิส โครงสร้างเรโซแนนซ์ ประจุฟอร์มัล 2.4 พันธะโลหะ – แบบจำลองทะเลอิเล็กตรอนและสมบัติของโลหะ

หัวข้อ	เนื้อหา
3. พันธะเคมี 2	3.1 ทฤษฎี VSEPR – รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว – รูปร่างโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว – โมเลกุลที่มีอะตอมกลางหลายอะตอม – สภาพขั้วของโมเลกุล 3.2 ไฮบริไดเซชัน (Hybridization) – การสร้างไฮบริดออร์บิทัลชนิดต่าง ๆ – การใช้ทฤษฎี VSEPR ทำนายไฮบริไดเซชัน – ไฮบริไดเซชันในโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว – ไฮบริไดเซชันในโมเลกุลที่มีพันธะคู่และพันธะสาม 3.3 แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล – แรงแวนเดอร์วาลส์ : แรงไดโพล-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 – วิธีเทียบหน่วย (factor-label method) 5.2 เลขนัยสำคัญ 5.3 ปริมาณสัมพันธ์ของธาตุและสารประกอบ – มวลอะตอมและน้ำหนักอะตอม – มวลโมเลกุลและมวลสูตร – โมลและมวลต่อโมล – จำนวนโมลกับปริมาตรของสาร – สมมูลและน้ำหนักสมมูล – ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล จำนวนสมมูล มวลต่อโมล และน้ำหนักกรัมสมมูล 5.4 สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล 5.5 ความเข้มข้นของสารละลาย – 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 ปฏิกิริยาเคมีและประเภทของปฏิกิริยาเคมี 7.2 การเขียนและดุลสมการเคมี – การดุลสมการเคมีโดยการตรวจพินิจ – การดุลสมการรีดอกซ์ 7.3 กฎที่เกี่ยวข้องกับปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี – กฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ และกฎสัดส่วนพหุคูณ – กฎของเกย์-ลูสแซก – กฎของอาโวกาโดร 7.4 ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี 7.5 สารกำหนดปริมาณ 7.6 ผลได้ร้อยละ
8. จลนพลศาสตร์เคมี 1	8.1 อัตราการเกิดปฏิกิริยา 8.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา – ธรรมชาติของสารตั้งต้น พื้นที่ผิว – ความเข้มข้น กฎอัตราและอันดับปฏิกิริยา (0, 1, 2) ครึ่งชีวิต – อุณหภูมิและสมการอาร์เรเนียส – ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยา 8.3 พลังงานและกลไกการเกิดปฏิกิริยา
9. สมดุลเคมี	9.1 ลักษณะทั่วไปของสภาวะสมดุล 9.2 ค่าคงที่สมดุล (*K*) – ความสัมพันธ์กับค่าคงที่อัตรา 9.3 การทำนายทิศทางของการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่สมดุล 9.4 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมีและหลักของเลอชาเตอลิเอ (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 – ส่วนประกอบของเซลล์กัลวานิก – การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในเซลล์และศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ – สภาวะมาตรฐาน ขั้วไฟฟ้ามาตรฐาน และศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐาน – การคำนวณศักย์ไฟฟ้าของเซลล์
14. โครงสร้างของสารอินทรีย์และชีวโมเลกุล	14.1 โครงสร้าง พันธะ และสมบัติเบื้องต้นของสารอินทรีย์ – โครงสร้าง พันธะ และหมู่ฟังก์ชัน – โครงสร้างเรโซแนนซ์และการเปรียบเทียบพลังงาน – การเปรียบเทียบสภาพมีขั้วและจุดเดือดของสารอินทรีย์ 14.2 การอ่านชื่อสารประกอบอินทรีย์ (ชื่อสามัญ ชื่อ IUPAC) 14.3 คาร์โบไฮเดรต – มอโนแซ็กคาไรด์ * วิธีแสดงโครงสร้าง เช่น Fischer projection, Haworth projection * ไอโซเมอร์และคอนฟอร์เมอร์ เช่น D- and L-designations, epimers, chair conformation 14.4 ลิพิด – กรดไขมัน – ไตรกลีเซอไรด์ 14.5 โปรตีน – กรดอะมิโน การจำแนกประเภทกรดอะมิโน – สมบัติกรด-เบสของกรดอะมิโน – จุดไอโซอิเล็กทริกของกรดอะมิโน (Isoelectric point) – โครงสร้างของโปรตีน 14.6 กรดนิวคลีอิก – โครงสร้างของกรดนิวคลีอิก (nucleotides, nucleosides) – ประเภทของกรดนิวคลีอิก

ค่าย 2 ประกอบด้วยหัวข้อและเนื้อหาในการอบรมต่อไปนี้

หัวข้อ	เนื้อหา
15. สมบัติของธาตุแทรนซิชันและสารประกอบโคออร์ดิเนชัน	15.1 สมบัติของธาตุแทรนซิชัน 15.2 สารประกอบโคออร์ดิเนชัน 15.3 การเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบโคออร์ดิเนชัน 15.4 โครงสร้างของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน 15.5 ไอโซเมอร์ของสารประกอบโคออร์ดิเนชัน – ไอโซเมอร์โครงสร้าง (Structural isomer) – สเตอริโอไอโซเมอร์ (Stereoisomer)

หัวข้อ	เนื้อหา
	15.6 ทฤษฎีสนามผลึก (Crystal field theory) 15.7 สีของสารประกอบโคออร์ดิเนชันและอนุกรมสเปกโทรเคมี
16. ของแข็ง	16.1 ชนิดของของแข็ง : ของแข็งอสัณฐาน ผลึก 16.2 โครงผลึกและระบบผลึก 16.3 หน่วยเซลล์ : คำจำกัดความ รูปแบบของหน่วยเซลล์ 16.4 หน่วยเซลล์แบบลูกบาศก์และประสิทธิภาพการบรรจุ – ลูกบาศก์แบบสามัญ (Simple cubic) – ลูกบาศก์แบบกลางตัว (Body-centered cubic) – ลูกบาศก์แบบกลางหน้า (Face-centered cubic) 16.5 โครงสร้างบรรจุชิดสุด (Closest-packed structure) และประสิทธิภาพการบรรจุ – แบบลูกบาศก์ (Cubic closest-packed structure) – แบบเฮกซะโกนัล (Hexagonal closest-packed structure) – ช่องว่างเททระฮีดรัลและช่องว่างออกตะฮีดรัล 16.6 การศึกษาโครงสร้างผลึก – 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 พลังงานเสรีของกิบส์ 17.10 พลังงานเสรีกับสมดุลเคมีและทิศทางของปฏิกิริยา
18. เคมีไฟฟ้า 2	18.1 เซลล์กัลวานิก – พลังงานเสรีของเซลล์กัลวานิก/ปฏิกิริยารีดอกซ์ – ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันของการรวมครึ่งปฏิกิริยา – ความเสถียรของสถานะออกซิเดชัน – ศักย์ไฟฟ้า ณ สภาวะที่ไม่ใช่มาตรฐาน (สมการของเนินสต์) – ความสัมพันธ์ของศักย์ไฟฟ้ากับสมดุลเคมี – เซลล์ความเข้มข้น 18.2 การสึกกร่อนของโลหะ

หัวข้อ	เนื้อหา
	18.3 เซลล์อิเล็กโทรไลต์ – ส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ – การทำนายผลิตภัณฑ์ของกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (electrolysis) – ความต่างศักย์ของกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า – ปริมาณสัมพันธ์และพลังงานของกระบวนการแยกสลายด้วยไฟฟ้า (กฎของฟาราเดย์) 18.4 ประโยชน์ของเซลล์เคมีไฟฟ้า – แบตเตอรี่
19. ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์	19.1 ประเภทปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์ 19.2 สเตอริโอเคมีและไอโซเมอร์ – ไอโซเมอร์ชนิดต่าง ๆ (constitutional isomers, configurational isomers, conformational isomers) – conformation ของไซโคลเฮกเซน – ความเป็นไครัล – การระบุสเตอริโอเคมี : *E/Z*, *cis/trans*, Cahn-Ingold-Prelog (*R/S*) 19.3 อิเล็กโทรไฟล์และนิวคลีโอไฟล์ – สมบัติและโครงสร้างทั่วไป – การเปรียบเทียบ electrophilicity และ nucleophilicity – การวาดกลไกการเกิดปฏิกิริยาเบื้องต้น 19.4 ปฏิกิริยากรด-เบสของสารอินทรีย์ – กลไกการเกิดปฏิกิริยากรด-เบส (proton transfer) – การเปรียบเทียบความเป็นกรดจากการพิจารณาความเสถียรของคู่เบส 19.5 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic substitution reaction) – 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 19.6 ปฏิกิริยาการกำจัด (Elimination reaction) – กลไกการเกิดปฏิกิริยาแบบ E1 และ E2 – regioselectivity และสเตอริโอเคมี – ปฏิกิริยาการกำจัดด้วยเบส และ leaving groups ชนิดต่าง ๆ

หัวข้อ	เนื้อหา
	– ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่และการกำจัด – การใช้กรดและเบสในการเร่งปฏิกิริยาการกำจัด 19.7 ปฏิกิริยาการเติมด้วยอิเล็กโทรไฟล์ (Electrophilic addition) – กลไกการเกิดปฏิกิริยาสำหรับพันธะคู่และพันธะสาม – regioselectivity และสเตอริโอเคมี – ปฏิกิริยาการเติมด้วยอิเล็กโทรไฟล์ชนิดต่าง ๆ – ปฏิกิริยา hydroboration: กลไก, regioselectivity และสเตอริโอเคมี – การเกิด keto-enol tautomerization หลังจากการเติมของแอลไคน์ – ปฏิกิริยาการเติมด้วยอิเล็กโทรไฟล์ของแอลคีนที่มีกลไกซับซ้อนมากขึ้น เช่น epoxidation reaction (mCPBA), Simmon-Smith reaction 19.8 ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยอิเล็กโทรไฟล์ (Electrophilic aromatic substitution) – สมบัติความเป็นแอโรแมติก – กลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยอิเล็กโทรไฟล์ – ผลของหมู่แทนที่ต่อความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาและ regioselectivity (หมู่ให้และหมู่ดึงอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ) – ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยอิเล็กโทรไฟล์ชนิดต่าง ๆ 19.9 ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic aromatic substitution) – กลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยนิวคลีโอไฟล์ – ปฏิกิริยาการแทนที่แอโรแมติกด้วยนิวคลีโอไฟล์ชนิดต่าง ๆ 19.10 ปฏิกิริยาการเติมด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic addition - sp^2 carbon) – 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 19.11 ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยนิวคลีโอไฟล์ (Nucleophilic substitution - sp^2 carbon) – กลไกการเกิดปฏิกิริยาการแทนที่แบบ addition-elimination

หัวข้อ	เนื้อหา
	– 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 19.12 ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน การเปลี่ยนแปลง oxidation level เบื้องต้น ระหว่าง – alkyne–alkene–alkane–alkyl halide – alcohol–aldehyde-carboxylic acid – ketone–carboxylic acid derivatives – ปฏิกิริยา Fehling และ Tollens 19.13 ปฏิกิริยาแรดิคัลพื้นฐาน (Basic radical reactions) – แรดิคัลและการเปรียบเทียบพลังงานของแรดิคัล – ปฏิกิริยาการแทนที่ด้วยแฮโลเจนของแอลเคน – ปฏิกิริยาการเติมของแอลคีนที่เกิดผ่านกลไกแบบแรดิคัล 19.14 การสังเคราะห์หลายขั้นตอนเบื้องต้น – Formation and reactions of diazonium salts 19.15 สูตรโครงสร้างพอลิเมอร์พื้นฐาน
20. การใช้หมู่ป้องกันในการสังเคราะห์สารอินทรีย์	20.1 การเปลี่ยนให้เป็น ether, silyl ether 20.2 การเปลี่ยนให้เป็น ester, amide 20.3 การเปลี่ยนให้เป็น acetal
21. การหาโครงสร้างสารอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี	21.1 ^{1}H-NMR และ ^{13}C-NMR spectroscopy: chemical shift, multiplicity, and integrals 21.2 IR spectroscopy: ประเภทของการสั่นและพีคสัญญาณ 21.3 Mass spectrometry: molecular ions, isotope distribution
22. จลนพลศาสตร์เคมี 2	22.1 กฎอัตราที่ไม่เป็นไปตามอันดับปกติ และ Kinetic isotope effect 22.2 การวิเคราะห์ปฏิกิริยาที่ซับซ้อนด้วย Steady-state and quasi-equilibrium approximations 22.3 กลไกในการเร่งปฏิกิริยา – 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. สมบัติของธาตุแทรนซิชันและสารประกอบโคออร์ดิเนชัน	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. สมบัติของธาตุแทรนซิชันและสารประกอบโคออร์ดิเนชัน ของแข็ง	3
	2. อุณหพลศาสตร์เคมี จลนพลศาสตร์เคมี 2	3
	3. เคมีไฟฟ้า 2	1
	4. ปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ การใช้หมู่ป้องกันในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ การหาโครงสร้างสารอินทรีย์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี	5
	บรรยายและฝึกแก้ปัญหา	**69**
	ปฏิบัติการ (7 Lab)	**21**

<u>หมายเหตุ</u> ศูนย์อาจพิจารณาปรับเปลี่ยนจำนวนชั่วโมงได้ตามความเหมาะสม