



การพัฒนาชุดการสอนรายวิชาเคมีอนินทรีย์1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล และ
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี.

Development of Teaching the Molecular Structure in Inorganic
Chemistry1 and Educational Achievement for Chemistry Students.

วิไลพร ปองเพียร

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภทวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ประจำปีงบประมาณ 2557



การพัฒนาชุดการสอนรายวิชาเคมีอนินทรีย์1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล และ
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี.

Development of Teaching the Molecular Structure in Inorganic
Chemistry1 and Educational Achievement for Chemistry Students.

วิไลพร ปองเพียร

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภทวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ประจำปีงบประมาณ 2557

วิไลพร ปองเพียร. 2557 . การพัฒนาชุดการสอนรายวิชาเคมีอนินทรีย์1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล และการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนการสอนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษา ในรายวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 1 และได้ใช้ชุดการสอนดังกล่าวประกอบการเรียนการสอน ให้กับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี หมู่เรียน 5611020021 จำนวนนักเรียน 12 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 และจากผลการ ประเมินชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในภาพรวมต่อชุดการสอน (\bar{X} = 4.40, S.D. = 0.59) อยู่ในระดับมาก เมื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา โดยใช้แบบทดสอบหลังการ เรียน พบว่า นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมีอนินทรีย์1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 คิดเป็น 91.67% ของประชากร นักศึกษา ได้ชุดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ในระดับมากที่สุด คือ (E1)/ (E2) เท่ากับ 81.25/83.75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ เรียนด้วย อีกทั้งนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการสอนโดยใช้ชุดการสอนดังกล่าวด้วย

Wilaiporn Pongpian. 2014. **Development of Teaching the Molecular Structure in Inorganic Chemistry1 and Educational Achievement for Chemistry Students**. Research in Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University.

Abstract

The purposes of this research were to form regarding determine efficiency of the Inorganic Chemistry1 : Molecular Structure teaching activity package efficiency for students of chemistry 1st year in semester 2, academic year 2014, total 1 classroom which has 12 students and the satisfaction that is learning with the teaching activity package that have overall there is the most levels have satisfaction with mean ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.59). The achievement on the inorganic chemistry 1 molecular structures. The results were as follows : The threshold of 80 percent, representing 91.67% of the student population and the instructional packages had an efficiency value of 81.25/83.75 which was higher than the standard criterion 80/80. The students were satisfied with the management taught using the teaching as well.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารเล่มนี้เป็นเอกสารงานวิจัยในชั้นเรียน โดยการพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนในรายวิชา เคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อสร้างชุดการสอนช่วยในการจัดกิจกรรมการสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 อีกทั้งเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ที่ได้หลังจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อพัฒนากิจกรรมของผู้สอนต่อไป

ขอขอบพระคุณท่านผู้รู้ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำชี้แนะแนวทาง และเป็นขวัญกำลังใจในการจัดทำมาโดยตลอด และหวังเป็นอย่างยิ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนในเรื่องอื่นๆ อันจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาต่อไป

วิไลพร ปองเพียร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์โครงการวิจัย	1
สมมุติฐานการวิจัย	1
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ความหมายของสื่อการเรียนการสอน	3
เทคนิคต่างๆในการใช้สื่อการสอน	6
เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน	8
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	15
เครื่องมือและวิธีดำเนินการวิจัย	15
การเก็บรวบรวมข้อมูล	16
การวิเคราะห์ข้อมูล	17
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	19
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	26
บรรณานุกรม	27
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบประเมินความพึงพอใจในชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล	28
ภาคผนวก ข รายชื่อนักศึกษาวิชาเคมีอินทรีย์1 (CHEM201)	29
ภาคผนวก ค แบบประเมินพฤติกรรม	30
ภาคผนวก ง แบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา	31
ภาคผนวก จ ชุดการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์1 เรื่อง โครงสร้างของโมเลกุล	32
ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง โครงสร้างของโมเลกุล	47
ภาคผนวก ช มคอ.3 เคมีอินทรีย์1	49

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในการจัดการเรียนรู้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้กำหนดไว้ชัดเจนในมาตราที่ 22 แล้วว่า “ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เจริญก้าวหน้า และมีบทบาทในการพัฒนาประเทศ รัฐได้กำหนดนโยบายในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ เพื่อมุ่งเน้นการผลิตและพัฒนาคนในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม โดยให้หน่วยงานทางการศึกษาดำเนินการปรับปรุง หลักสูตรเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรตามพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) อีกทั้งยังเน้นให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางตามพระราชบัญญัติการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ด้วย

การพัฒนาชุดการสอน เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาชนิดหนึ่งที่น่าเอื้อต่อการสอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา และจัดกิจกรรมสำหรับการสอนไว้อย่างเหมาะสมกับนักศึกษา ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัย คิดว่าการสร้างชุดการสอน เพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนเป็นแนวทางหนึ่งที่จะปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันเพื่อเป็นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการสร้างชุดการสอน วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล สำหรับนักศึกษา ชั้นปีที่ 2 เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาและเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการสอน ช่วยในการสอนวิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการเรียนโดยใช้ชุดการสอน วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 1

สมมุติฐานการวิจัย

1. ชุดการสอน วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ที่นำมาใช้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 2 เกณฑ์ร้อยละ 80

ขอบเขตของโครงการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ ทำเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนตุลาคม 2556 – มีนาคม 2557

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 ของนักศึกษาวิชาเคมี ที่เรียนโดยการใช้ชุดการสอน วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการสอน คือชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยยึดเนื้อหารายละเอียดในเนื้อหาที่เรียน
2. การจัดการเรียนรู้ คือ รูปแบบ กระบวนการสอน และวิธีการถ่ายทอดความรู้ของอาจารย์ให้แก่ผู้เรียนด้วยชุดการสอน
3. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 12 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล หลังการใช้ชุดการสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ สอดคล้องกับวิธีการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคล และ ระยะเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด
2. ได้สื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น คือชุดการเรียนการสอน วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นเองได้
3. ได้เรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้

1. ความหมายของสื่อการเรียนการสอน
2. เทคนิคต่างๆ ในการใช้สื่อการเรียนการสอน
3. เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน
4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Instructional Media นักเทคโนโลยีการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

เป็รื่อง กุมุท (2519 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของครูถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ได้เป็นอย่างดี

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2543 : 111) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง วัสดุ (สิ่งสิ้นเปลือง) อุปกรณ์ (เครื่องมือที่ไม่ผุพังได้ง่าย) และวิธีการ (กิจกรรม ละคร เกม การทดลอง ฯลฯ) ที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ (อารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ทศนคติ และค่านิยม) และทักษะไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บราวน์ และคนอื่น ๆ (Brown and Others, 1985 : 32) ได้กล่าวไว้ว่า สื่อการเรียนการสอน ได้แก่ อุปกรณ์ทั้งหลายที่ช่วยเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียนจนเกิดผลการเรียนที่ดี ทั้งนี้มีความหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นวัตถุหรือเครื่องมือเท่านั้น เช่น การศึกษานอกสถานที่ การแสดง บทบาทสมมุติ นาฏการ การสาธิต การทดลอง ตลอดจนการสัมภาษณ์ และการสำรวจ เป็นต้น

จากนิยามดังกล่าว สื่อการเรียนการสอนจึงหมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ หรือเทคนิควิธี ที่เป็นตัวกลางช่วยนำและถ่ายทอดเนื้อหาสาระความรู้ต่าง ๆ จากผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เป็นสิ่งที่ช่วยให้เนื้อหาบทเรียนมีความกระชับชัด ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

การจำแนกประเภทของสื่อการเรียนการสอน

การจำแนกประเภทของสื่อการเรียนการสอน มีการแบ่งไว้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแนวคิดและหลักการของนักการศึกษาแต่ละคน ในที่นี้จะพิจารณาการจำแนกประเภทของสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 มุมมอง ดังนี้

- ก. การจำแนกประเภทสื่อการเรียนการสอนตามทรัพยากรการเรียนรู้
- ข. การจำแนกประเภทสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะใช้งาน
- ค. การจำแนกประเภทสื่อการเรียนการสอนตามระดับประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ

ก. การจำแนกประเภทของสื่อตามทรัพยากรการเรียนรู้

ทรัพยากรการเรียนรู้ (Learning resources) หมายถึง ทุกสิ่งที่มีอยู่ในโลก ไม่ว่าจะเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หรือมนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน

โดนัลด์ พี. อีลี (Ely, 1972 : 36-43) ได้จำแนกสื่อการเรียนการสอนตามทรัพยากรการเรียนรู้ เป็น 5 แบบ ดังนี้

1. คน (People) หมายถึงบุคคลที่เกี่ยวข้องอยู่ในระบบการเรียนการสอน ได้แก่ บุคลากร ในสายงานการบริหารการศึกษา บุคลากรที่ทำหน้าที่สอน และวิทยากรผู้เชี่ยวชาญ ต่าง ๆ ฯลฯ
2. วัสดุ (Material) หมายถึง วัสดุในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้บรรจุเนื้อหาบทเรียน เช่น หนังสือ แผ่นซีดี สไลด์ แผ่นเกม ฯลฯ
3. อาคารสถานที่ (Setting) หมายถึง อาคาร พื้นที่ว่าง สิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ อาคารเรียน อาคารประกอบ และบริเวณในสถานศึกษา เช่น ห้องเรียน ห้องสมุด ห้องประชุม สวนหย่อม ฯลฯ หรือสถานที่อื่นในชุมชนที่นำมาใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน เช่น วัด โรงเรียน ละคร พิพิธภัณฑ์ ฯลฯ
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tools and Equipment) หมายถึง เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ช่วยในการผลิตหรือใช้ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ คอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายภาพเอกสาร ตะปู ไขควง ฯลฯ
5. กิจกรรม (Activities) หมายถึง การดำเนินงานที่จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะทาง การเรียนการสอน หรือเป็นเทคนิควิธีการพิเศษเพื่อการเรียนการสอน หรือเป็นการดำเนินงานที่จัดขึ้นเพื่อกระทำร่วมกับทรัพยากรอื่น ๆ เช่น เกม การสัมมนา การจัดทัศนศึกษา การจัดนิทรรศการ ฯลฯ

ข. การจำแนกประเภทสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะการใช้งาน

การจำแนกสื่อการเรียนการสอนลักษณะนี้ เป็นแนวความคิดของ เดอ คีฟเฟอร์ (De Kieffer, 1965 : 1) ยึดลักษณะการใช้งานมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจำแนกประเภท โดยแบ่งสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภท เรียกว่า “โสตทัศนูปกรณ์” (Audio – Visual Aids) ประกอบด้วย

1. สื่อประเภทใช้เครื่องฉาย (Projected Aids) ได้แก่ เครื่องฉายข้ามศีรษะ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจรวมถึงเครื่องแอลซีดีที่ใช้ถ่ายทอดสัญญาณจากคอมพิวเตอร์หรือเครื่องเล่นวีซีดีเข้าไว้ในประเภทเครื่องฉายด้วย เนื่องจากนำสัญญาณภาพจากอุปกรณ์เหล่านั้นขึ้นจอ
2. สื่อประเภทไม่ใช้เครื่องฉาย (Nonprojected Aids) ได้แก่ แผนภูมิ รูปภาพ ของจริง ของจำลอง กระดานผ้าสำลี กระดานแม่เหล็ก กิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น
3. สื่อประเภทเครื่องเสียง (Audio Aids) ได้แก่ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องเล่นซีดี วิทยุ แผ่นซีดี เทปบันทึกเสียง เป็นต้น

ค. การจำแนกประเภทสื่อการเรียนการสอนตามประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ

การจัดประเภทสื่อการเรียนการสอนลักษณะนี้เป็นแนวความคิดของเอดการ์เดล (Dale, 1969 : 105-135) ยึดประสบการณ์เรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับเป็นตัวแบ่ง โดยเริ่มต้นจากสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในเหตุการณ์จริงของการสอนซึ่งถือว่าเป็นรูปธรรมมากที่สุด ไปสู่ระดับที่ผู้เรียนเป็นผู้สังเกตการณ์และเรียนรู้จากสัญลักษณ์ซึ่งถือว่าเป็นนามธรรม

เดล (Edgar Dale, 1969 : 107) ให้หลักการว่า มนุษย์จะเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมได้ดีกว่าการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม และได้จัดสื่อตามลำดับประสบการณ์ในลักษณะภาพกรวยคว่ำ เรียกว่า กรวยประสบการณ์ (Cone of Experiences) เขาได้กำหนดให้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุดไว้ที่ฐานและความเป็นรูปธรรมจะค่อย ๆ ลดลงจนมีความเป็นนามธรรมมากที่สุดจะอยู่ที่ส่วนยอดของกรวย แบ่งได้เป็น 11 กลุ่ม ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง (Direct or Purposeful Experiences) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริง และได้สัมผัสด้วยตนเองจากประสาทสัมผัส ทั้งห้า เช่น การฝึกทำอาหาร การทดลองผสมสารเคมี การฝึกตัดเย็บเสื้อผ้า การนั่งรถไฟใต้ดิน การรับประทานพริกเพื่อรับรู้รสเผ็ด ฯลฯ เป็นต้น

2. ประสบการณ์รอง (Contrived Experiences) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด แต่ไม่ใช่ความเป็นจริง เนื่องจากไม่สะดวกหรือไม่สามารถเรียนรู้จากของจริงหรือเหตุการณ์จริงได้ จึงให้เรียนรู้จากสิ่งของจำลองหรือสถานการณ์จำลองแทน เช่น หุ่นจำลองแสดงอวัยวะภายในร่างกายมนุษย์ การฝึกหัดขับเครื่องบินด้วยเครื่อง (Flight Simulator) เป็นต้น

3. ประสบการณ์นาฏการ (Dramatized Experiences) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการแสดงบทบาทสมมติหรือการแสดงละคร นิยมใช้สอนในเรื่องที่มีข้อจำกัดเรื่องยุคสมัยหรือเวลา เช่น ให้ผู้เรียนแสดงละครหรือบทบาทสมมติเกี่ยวกับเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์

4. การสาธิต (Demonstration) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการดูการแสดงผลหรือการกระทำประกอบคำอธิบายให้เห็นลำดับขั้นตอนของการกระทำนั้นๆ เช่น การสาธิตการทำดอกไม้กระดาษ การสาธิตการแกะสลักผลไม้ เป็นต้น

5. การศึกษานอกสถานที่ (Field Trip) เป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และรับประสบการณ์ต่างๆ จากภายนอกชั้นเรียน อาจเป็นการท่องเที่ยว หรือเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ โดยมีการจัดบันทึกสิ่งที่พบเห็น คำสัมภาษณ์ของบุคคลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

6. นิทรรศการ (Exhibits) เป็นการจัดแสดงสิ่งของต่าง ๆ หรือการจัดป้ายนิเทศ เพื่อให้ความรู้ เนื้อหา สาร แก่ผู้เรียน

7. โทรทัศน์ (Television) เป็นการใช้โทรทัศน์เป็นสื่อในการเรียนการสอน ทั้งโทรทัศน์การศึกษาและโทรทัศน์เพื่อการสอน เพื่อให้ความรู้แก่ผู้เรียนหรือผู้ชมที่อยู่ในห้องเรียน หรืออยู่ทางบ้าน ทั้งระบบวงจรปิดและวงจรเปิด ซึ่งอาจเป็นการสอนสดหรือบันทึกผลทางโทรทัศน์ก็ได้

8. ภาพยนตร์ (Motion Picture) เป็นการถ่ายภาพยนตร์ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกเรื่องราวลงบนฟิล์มมาเป็นสื่อในการสอน ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์จากภาพและเสียง หรืออาจเป็นภาพอย่างเดียวในกรณีที่ภาพยนตร์เงียบไม่มีเสียงพากย์

9. การบันทึกเสียง วิทยู ภาพนิ่ง (Recording, Radio, and Still Picture) เป็นการนำสื่อด้านการบันทึกเสียง เช่น ซีดี แผ่นเสียง เทปบันทึกเสียง หรือวิทยู และภาพนิ่ง เช่น รูปภาพ สไลด์ ภาพวาด ภาพถ่าย หรือภาพเหมือนจริง มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ สื่อเหล่านี้เป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถสัมผัสได้เพียงด้านเดียว โดยที่สื่อบันทึกเสียง และวิทยู ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการฟัง ส่วนภาพนิ่ง ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการดูภาพ แม้ผู้เรียนจะอ่านหนังสือไม่ออกก็สามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องราวที่สอนได้ เนื่องจากเป็นการฟังหรือดูภาพเท่านั้นไม่ต้องอ่าน

10. ทศนสัญลักษณ์ (Visual Symbols) เป็นสื่อการเรียนการสอนประเภท วัสดุ กราฟิก เช่น แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ แผนที่ เครื่องหมาย และสัญลักษณ์รูปแบบต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะรับรู้ทางตา และต้องมีพื้นฐานในการทำความเข้าใจในสิ่งที่นำมาสื่อความหมายก่อนจึงจะช่วยให้เข้าใจได้ดี

11. วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) เป็นสื่อการเรียนการสอนที่อยู่ในรูปของ ตัวหนังสือ ตัวเลข สัญลักษณ์พิเศษต่าง ๆ ที่ใช้ในภาษาเขียน และเสียงของคำพูด คำบรรยาย ที่ใช้ในภาษาพูด ซึ่งประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับในชั้นนี้ถือว่าเป็นนามธรรมมากที่สุด

การจำแนกสื่อการเรียนการสอน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบใดก็ตาม ถ้าจำแนกได้ครอบคลุมสื่อทุกประเภทก็ถือว่าถูกต้องทั้งสิ้น แต่ในทัศนของผู้เขียนซึ่งเป็นนักเทคโนโลยีคนหนึ่งมีความเห็นว่า ในทางเทคโนโลยีการศึกษาอาจจำแนกสื่อการเรียนการสอนได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือ อุปกรณ์ (Hardware) ซึ่งเป็นสื่อใหญ่ (Big Media) มีเครื่องกลไกต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบสำหรับการทำงานภายในตัวสื่อ เช่น เครื่องฉายประเภทต่าง ๆ เครื่องรับวิทยู และโทรทัศน์ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องเล่นซีดี ดีวีดี เครื่องมือ อุปกรณ์เหล่านี้ต้องใช้ร่วมกับสื่อประเภท วัสดุ เพื่อนำสารในวัสดุนั้น ๆ ส่งออกไปสู่ผู้รับสาร

2. วัสดุ (Software) เป็นสื่อเล็ก (Small Media) เก็บความรู้ไว้ในตัวเอง ซึ่งจำแนกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 วัสดุที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องอาศัย เครื่องมือ อุปกรณ์ อื่นช่วย เช่น แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ หุ่นจำลอง ฯลฯ เป็นต้น

2.2 วัสดุที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเอง จำเป็นต้องอาศัย เครื่องมือ อุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นซีดี ดีวีดี फिल्मภาพยนตร์ สไลด์ ฯลฯ เป็นต้น

3. เทคนิคหรือวิธีการ (Techniques or Methods) เป็นแนวความคิด กิจกรรม หรือรูปแบบ ขั้นตอนที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยสามารถนำสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ มาช่วยในการจัดการเรียนการสอนได้ เช่น เกม สถานการณ์จำลอง การทดลอง การสาธิต การสอนแบบจุลภาค ฯลฯ เป็นต้น

2. เทคนิคต่างๆในการใช้สื่อการสอน (ดาวใจ สุยะ: 2544)

ปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งสื่อต่างๆก็แตกต่างกันออกไปในการใช้งาน ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องสามารถเลือกสื่อที่จะใช้ในการสอนให้ตรงตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เมื่อเลือกสื่อการเรียนการสอนได้เหมาะสมแล้ว มิได้หมายความว่าสื่อเหล่านั้นจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายเสมอไป สื่อการสอน

ที่เลือกมาจะมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะตัวอุปกรณ์เองแล้ว ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นหลายประการ โดยเฉพาะเทคนิคการใช้ของครูแต่ละคนมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ผู้สอนจะต้องรู้ว่าจะใช้สื่อแต่ละชนิดเมื่อไหร่ อย่างไร จึงจะได้ผลเต็มที่ สื่อแต่ละชนิดมีเทคนิคการใช้ไม่เหมือนกัน ผู้ใช้จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะการใช้ และต้องเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมด้วยจึงจะเกิดผลดี

การใช้สื่อการเรียนการสอนให้ได้ผลดี โดยทั่วไปมี 4 ขั้นตอนนั่นก็คือ ขั้นเลือก ขั้นเตรียม ขั้นใช้ และขั้นวัดประเมินผล

ขั้นเลือกสื่อการเรียนการสอน

การเลือกสื่อการเรียนการสอนนับว่ามีความสำคัญมาก สื่อการเรียนการสอนมีหลายประเภทหลายชนิด การนำเอามาใช้ต้องเลือกให้เหมาะสมจึงจะเกิดประโยชน์เต็มที่ เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะต้องพิจารณาตัดสินใจ การเลือกสื่อมีหลักเกณฑ์คือ ต้องเลือกสื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ว่าจะนำสื่อไปใช้ในด้านใด เช่น จะนำมาใช้ประกอบคำอธิบาย หรือเพื่อสรุปบทเรียน สื่อแต่ละประเภทที่สร้างขึ้นมา ผู้สร้างจะต้องมีเป้าหมายที่แน่นอน การเลือกสื่อต้องให้สอดคล้องกับเนื้อหา ว่าตัวสื่อนั้นมุ่งให้ข้อมูลในด้านใด ให้เนื้อหาสาระตรงตามเนื้อหาที่จะสอนหรือไม่ ต่อมาต้องเลือกสื่อที่น่าสนใจ ต้องพิจารณาในด้านตัวอักษร และความปรารถนา สิ่งเหล่านี้จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยบรรยากาศที่สนุกสนาน ขั้นตอนต่อไปต้องเลือกสื่อให้เหมาะสมกับวัยผู้เรียน เหมาะกับสติปัญญา ความสามารถ ความต้องการ และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และการเลือกสื่อต้องเหมาะกับการใช้และการเก็บรักษา สื่อที่เหมาะสมต่อการสอนต้องไม่ยุ่งยากต่อการใช้ ให้ผลคุ้มค่า ไม่เสียเวลา เก็บรักษาง่าย ใช้ทน กะทัดรัด ถ้าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสาธิต หรือการทดลองต้องมีประสิทธิภาพ เวลาใช้งานต้องไม่เกิดข้อผิดพลาด

ขั้นวางแผนเตรียมการใช้สื่อ

อย่างแรกต้องเตรียมตัวผู้สอน คือตัวผู้สอนต้องทำความรู้จักกับสื่อการเรียนการสอนในด้านลักษณะ องค์ประกอบ หน้าที่การทำงาน เนื้อหา เพื่อสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง ถ้าเป็นรูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ ต้องอธิบายได้ ถ้าเป็นภาพยนตร์ต้องเข้าใจเรื่องราวเป็นอย่างดี ถ้าเป็นเครื่องมือต้องรู้จักองค์ประกอบ หน้าที่ของส่วนต่างๆตลอดจนรู้วิธีใช้งานเมื่อทำความรู้จักกับสื่อแล้วต้องวางแผนการใช้สื่อ โดยพิจารณา ร่วมกับระบบการสอนว่า จะใช้สิ่งใด เมื่อไหร่ อย่างไร จะบังเกิดผลดีที่สุด โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ไว้อย่างชัดเจน เมื่อผู้สอนทำความรู้จักกับสื่อเสร็จก็มาถึงขั้นเตรียมสื่อการเรียนการสอน คือให้ตรวจสอบสภาพสื่อว่าอยู่ในสภาพพร้อมที่จะนำไปใช้โดยไม่เกิดปัญหา เตรียมจำนวนสื่อให้เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน เตรียมสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องใช้ควบคู่กับสื่อการเรียนการสอน เพื่อสะดวกต่อการใช้หรือการนำออกแสดง

ผู้เรียน

ผู้เรียนต้องเตรียมตัวเองก่อนเรียนหรือเตรียมบางสิ่งบางอย่างมาเอง เช่นผู้สอนจะบอกล่วงหน้าว่า เตรียมวัสดุบางอย่างเช่น เตรียมเศษผ้าหรือ เชือกมา หรือเตรียมก่อนทำการสอน คือผู้สอนมีความจำเป็นที่จะต้องอธิบายการใช้สื่อ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้สื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถานที่

ต้องเตรียมห้องเรียนให้สอดคล้องกับการใช้สื่อ เช่น จัดโต๊ะจัดเก้าอี้ให้เหมาะสม ตรวจสอบสภาพความพร้อมด้านต่างๆที่มีผลกระทบต่อการใช้สื่อ เช่น การใช้เครื่องฉายภาพ ต้องตรวจปลั๊กไฟ การระบายอากาศ การควบคุมแสงภาพในห้อง

ชั้นนำสื่อไปใช้ตามแผน

ต้องใช้สื่อการสอนตามแผนที่กำหนดไว้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอน ตามวิธีการและเวลาที่กำหนดไว้ สื่อบางชนิดใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน บางชนิดใช้ประกอบคำอธิบาย บางชนิดใช้สรุป บางชนิดใช้ในการประเมินผล จึงควรคำนึงถึงเทคนิคการใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ต่อไปก็จะเป็นการจัดสภาพสื่อดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือการควบคุมชั้นเรียนให้มีระเบียบวินัย พยายามให้ทุกคนมองเห็นได้ชัดเจน ให้เวลาเพื่อทำความเข้าใจพอสมควรหยุดบรรยายเมื่อมีเสียงรบกวนจากภายนอก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ซักถามเมื่อมีปัญหาข้อข้องใจ

ขั้นวัดและประเมินผลการใช้สื่อ

ในขั้นนี้จะทำให้ทราบผลสัมฤทธิ์ในการใช้สื่อ ตามวิธีการที่ผ่านมามาว่าเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่ ได้ผลมากน้อยเพียงใด มีอะไรควรปรับปรุงแก้ไขบ้าง โดยพิจารณาว่า ขั้นตอนการใช้เป็นไปตามแผนหรือไม่ พิจารณาถึงปัญหาและอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นในการใช้สื่อ อาจใช้วิธีสอบถามผู้เรียน หรืออภิปรายระหว่างผู้สอนและผู้เรียน พิจารณาด้านความเหมาะสมในการนำสื่อดังกล่าวมาใช้ช่วยในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความชัดเจน ความน่าสนใจ ความพึงพอใจของผู้สอน และผู้เรียน ถามหรือใช้แบบสอบถาม พิจารณาถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอนเนื่องจากการใช้สื่อดังกล่าวโดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเป้าหมายที่วางไว้

ทุกสิ่งทุกอย่างมีคุณค่าในตัวเอง การนำเอามาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนจะได้ผลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสม เทคนิคและวิธีการใช้ "ก่อนหินก้อนเดียวถ้านำไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมและถูกต้องจะได้ผลมากกว่าการนำภาพยนตร์ไปใช้อย่างผิดวิธี"

3. เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520) กล่าวว่า ระดับประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการเรียนการสอนจะพึงพอใจว่า หากชุดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการเรียนการสอนนั้นก็มีความค่านำไปสอนนักเรียน และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนด

เกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย(ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1. การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ ของผลการศึกษาหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

โดยใช้สูตร ต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{x}}{A} \times 100)$$

สูตรที่ 1

เมื่อ	E1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรืองาน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{x}}{B} \times 100)$$

สูตรที่ 2

เมื่อ	E2	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	B	คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) คือการนำเอาคะแนน ของแบบฝึกหัดหรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว ของนักเรียนทุกคน รวมกันหารด้วยจำนวนผู้เรียน แล้วนำค่าที่ได้หารด้วยคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด ทุกชิ้นรวมกันคูณด้วย 100 ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) ก็คือการนำคะแนนรวม ของการทดสอบหลังเรียนหารด้วยจำนวนนักเรียน(คะแนนเฉลี่ย)แล้วนำค่าที่ได้หาร ด้วยคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียนคูณด้วย 100 นั่นเอง

ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. แบบเดี่ยว (1:1) คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก
2. แบบกลุ่ม (1:10) คือ ทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน คณะผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70
3. ภาคสนาม (1 : 100) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 5 % ก็ให้ยอมรับ

4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วาสนา ประवालพฤษ์ (2542) ได้ศึกษาสภาพปัญหาและความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนการสอน และปัจจัยที่ทำให้เกิดความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 679 คน และนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น 2,465 คน เก็บข้อมูลในระหว่างการปีการศึกษา 2542 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถามสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสังเกตการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจทางวิทยาศาสตร์ วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย การส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ การสังเกตและสัมภาษณ์ครูวิทยาศาสตร์ และการทดสอบนักเรียน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. สภาพการจัดการเรียนการสอน พบว่า สภาพการใช้หลักสูตร ครูส่วนใหญ่จะสอนเนื้อหาตรง ๆ ไม่มี

การดัดแปลง นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ไม่เกิดกระบวนการ ครูผู้สอนเกือบครึ่งหนึ่งที่ไม่มีวุฒิทางการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นประมาณ 1 ใน 3 ของครู ไม่ได้รับการฝึกอบรมเพิ่มเติมทางการสอนวิทยาศาสตร์ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา ครูมีเวลาในการเตรียมการสอนน้อย และไม่ค่อยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในห้องเรียน การสอนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้เพราะนักเรียนในแต่ละห้องค่อนข้างมาก การตรวจงานไม่ทั่วถึง การใช้สื่อการสอนอยู่ในระดับต่ำ การเรียนการสอนเน้นเนื้อหามากกว่ากระบวนการ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและการทดลองวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ปานกลางและค่อนข้างต่ำ

2. พฤติกรรมการเรียนการสอน พบว่า การเรียนการสอนยังเน้นครูเป็นศูนย์กลางเป็นส่วนให้นักเรียนยังมีบทบาทน้อยทั้งในด้านการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในระหว่างเรียนและการสรุปบทเรียน

3. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความสำเร็จในการสอน พบว่า นักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมีความแตกต่างกันในความถนัดทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเหล่านี้พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการเรียนด้านตัวเลข และเจตคติ ส่วนความสนใจทางวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 49 เปอร์เซ็นต์

ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการในการปฏิบัติงานและกระบวนการกลุ่ม นวัตกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญได้แก่ เทคนิคการสอนแบบต่าง ๆ คือ วิธีสอนแบบบรรยาย วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีสอนโดยเน้นการคิดแบบโยนิโสมนสิการ วิธีสอนโดยใช้เทคนิคพยากรณ์ การสอนตามแนวทฤษฎีธรรมชาติ และใช้กิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ กิจกรรมควิซ การจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน การใช้สื่อการสอนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ประไพพรรณ บุญคง(2542) ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติจัดทำและทดลองใช้คู่มือครู และแบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory, Learning) วิชา ส 071 ท้องถิ่นของเรา 1 (จังหวัดนราธิวาส) โดยใช้เทคนิคการประเมินผล โดยแฟ้มผลงาน (Portfolio Assessment) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปฏิบัติจัดทำเอกสารหลักสูตรที่สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น มีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และใช้เทคนิคการประเมินผลโดยแฟ้มผลงาน ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และพัฒนาทักษะพื้นฐานในการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรมและชัดเจน เพื่อเป็นตัวอย่างเอกสารหลักสูตรที่ผลิตและจัดทำโดยบุคลากรทางการศึกษาในท้องถิ่น เผยแพร่แก่ครู - อาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาในท้องถิ่นได้นำไปประยุกต์ใช้ต่อไป ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือครูและนักเรียนในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดนราธิวาส ประกอบด้วยครูผู้สอน 4 คน จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง 3 คน กลุ่มควบคุม 1 คน และนักเรียน 461 คน จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง 364 คน กลุ่มควบคุม 97 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 ชุด แบบประเมินผลการพัฒนาทักษะพื้นฐานในการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียน 1 ชุด และแบบประเมินเจตคติของนักเรียน 1 ชุด การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทดสอบที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยผลการเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของผลการเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทักษะพื้นฐานในการอยู่ร่วมกันในสังคมของนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังการเรียนการสอนได้รับพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนในระดับมาก

สุระชัย ศรีสุวรรณ (2544) ทำการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ (ว102) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจุดประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยชุดจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ว.102 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ในการศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ได้ศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะโครงการวิทยาศาสตร์ มากำหนดวิธีการสอนสำหรับใช้สร้างชุดจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ว.102 โดยบูรณาการวิธีการสอนต่าง ๆ เข้า

ด้วยกัน จากนั้น สร้างแผนจัดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ ว. 102 โดยประยุกต์และบูรณาการ ทฤษฎีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยมีกิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และโครงการวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถนำ ความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เมื่อสร้างแบบทดสอบวัดผล แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนแล้ว ทำการหาประสิทธิภาพแผนจัดกิจกรรมการสอน โดยนำไป ทดลอง 3 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศาลา พัน สำนักงานการประถมศึกษา อำเภอสามโคก สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดปทุมธานี ผล การทดลองปรากฏว่าประสิทธิภาพของชุดการสอนในการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีค่าเป็น 75.28 / 74.07 , 76.81 / 74.20 , 78.07 / 75.68 ตามลำดับผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

วัฒนสิทธิ์ ชุนโอภาส(2549) ได้จัดทำงานวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนว Learning Styles เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล เรื่อง การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่าง ประหยัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปรีณสรอยแยลส์วิทยาลัย ปีการศึกษา 2549 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 /3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนปรีณสรอยแยลส์วิทยาลัยและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/3 ที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนว Learning Styles ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและจัดทำแบบบันทึกการวิเคราะห์ตนเองตามแนว Learning Styles และ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนว Learning Styles แล้วจึงนำเครื่องมือดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่ม ตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 38 คน หลังจากนั้นได้นำผลการวิเคราะห์ ตนเองของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าร้อยละของการเรียนรู้ พบว่านักเรียนกลุ่ม ตัวอย่างมีการเรียนแบบร่วมมือ(Collaborative) สูงที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 42.10 ส่วนการเรียนแบบ พึ่งพา(Dependent) กับการเรียนแบบอิสระ (Independent)คิดเป็นร้อยละ 23.68 เท่ากัน วิธีการ เรียนที่มีนักเรียนเรียนน้อยที่สุดคือการเรียนแบบหลีกเลี่ยง (Avoidance) โดยคิดเป็นร้อยละ 10.52 และวิธีการเรียนที่ไม่มีนักเรียนเรียนเลย คือ วิธีการเรียนแบบแข่งขัน(Competitive) และการเรียน แบบมีส่วนร่วม (Participation)โดยคิดเป็นร้อยละ 0 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จากการ เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนว Learning Stylesของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนมีคะแนนทดสอบหลังการใช้แผนการจัดการ เรียนรู้ตามแนว Learning Styles สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนโดยมีผลต่างเฉลี่ย 4.02 ซึ่งแสดงว่า ผู้เรียนมีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น

ศุภโชค สีนกั้ง (2551) ได้พัฒนาชุดการสอนและหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนก่อนและหลังการเรียน เพื่อประเมินความพึงพอใจ

ของนักเรียนที่มีต่อชุดการสอน โดยมีวิธีดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง 1 เพื่อการทดลองใช้ครั้งที่ 1 ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนคลองพนสฤกษ์ดีพิทยา อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จำนวน 3 คน กลุ่มตัวอย่าง 2 เพื่อการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนคลองพนสฤกษ์ดีพิทยา อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จำนวน 6 คน และกลุ่มตัวอย่าง 3 เพื่อการทดลองใช้ครั้งที่ 3 ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนคลองพนสฤกษ์ดีพิทยา อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จำนวน 20 คน และกลุ่มตัวอย่าง เพื่อการให้ชุดการสอน ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนคลองพนสฤกษ์ดีพิทยา อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ชุดการสอน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อชุดการสอน วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (E1/E2) ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และสถิติการทดสอบค่าที (t-test แบบ one sample) ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลการพัฒนาชุดการสอน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 93/90
2. ผลการใช้ชุดการสอน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
3. ผลการประเมินความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

รชาดา บัวไพร (2552) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบโมเดลชิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยในการวิจัยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบโมเดล ชิปปา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (ฝ่ายมัธยม) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน 54 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบโมเดลชิปปา มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นการแสวงหาความรู้ 3) ขั้นการศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม 4) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม 5) ขั้นการสรุปและจัดระเบียบความ 6) ขั้นแสดงผลงาน 7) ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 12 ชั่วโมง ซึ่งการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัย One Group Pretest- Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลชิปปา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบโมเดลซิปปาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบโมเดลซิปปาสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสอนด้วยชุดการสอน วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล โดยมีรายละเอียดและวิธีวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือและวิธีดำเนินการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาเคมี ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เคมีอนินทรีย์ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 12 คน

2. ตัวแปรที่วิจัย

- 2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล
- 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษาเคมี ชั้นปีที่ 1

2. เครื่องมือและวิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการสอนวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล โดยใช้ ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล แบบบันทึกราคาความคิดเห็นของนักศึกษา และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนในการวิจัย ดังนี้

2.1 แผนการสอนวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล นักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยใช้ ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างแผนการสอน ตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ผู้ศึกษา ศึกษาเอกสาร หนังสือ และสร้างชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล โดยยึดเนื้อหาตามหลักสูตรสาขาวิชาเคมี พ.ศ.2555
- 2) ผู้ศึกษา ศึกษาหลักสูตรเนื้อหาตามหลักสูตรสาขาวิชาเคมี พ.ศ.2555 และศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการสอน
- 3) ศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล
- 4) สร้างแผนการสอน โดยใช้การเรียนรู้จากปัญหาเป็นหลัก วิชาเคมี เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล นำแผนการสอนที่ได้รับการตรวจ พิจารณา ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ปฏิบัติการสอน

2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ 1 ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบ
2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3) สร้างแบบทดสอบ
- 4) นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบเก็บข้อมูลต่อไป

2.3 วิธีสร้างแบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา

แบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบบันทึกที่ให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะอื่นๆ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบบันทึกความคิดเห็น ตามขั้นตอนดังนี้

- 1) สร้างแบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา ลักษณะจะเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้นักศึกษา ได้แสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้น
- 2) นำแบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา ที่สร้างขึ้น เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบพิจารณา และให้ข้อคิดเห็น
- 3) ปรับปรุง แก้ไข แบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา ให้สมบูรณ์ และนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการสะท้อนผลการปฏิบัติ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่รวบรวมได้ จำนวน 12 ชุด มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel คำนวณหาค่าสถิติที่ต้องการซึ่งวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

3.1 ข้อมูลจากคำถามที่กำหนดคำตอบให้เลือกตอบ ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ระดับการศึกษา นำมาวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ

3.2 ข้อมูลจากคำถามแบบประเมินค่า ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในชุดการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษา สาขาวิชาเคมี นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยตีความค่าเฉลี่ยของคำตอบแต่ละข้อดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.00 - 1.49	อยู่ในระดับ	น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.50 - 2.49	อยู่ในระดับ	น้อย
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.50 - 3.49	อยู่ในระดับ	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.50 - 4.49	อยู่ในระดับ	มาก
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.50 - 5.00	อยู่ในระดับ	มากที่สุด

3.3 ข้อมูลจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีอินทรีย์1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

เนื้อหารายละเอียดตรงตามคำอธิบายรายวิชาเคมีอินทรีย์ 1 ดำเนินการทดสอบหลังการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล รวบรวมและประมวลผลเชิงปริมาณของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล

3.4 ข้อมูลจากแบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด แจกให้นักศึกษา ชั้นปีที่ 1 หลังจากเรียน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล โดยใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุลแล้ว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 12 ชุด ดำเนินการเก็บข้อมูลและประมวลผลเชิงคุณภาพของชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}), ค่าร้อยละ (%) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดสอบหลังเรียน

4.1 ค่าเฉลี่ย ใช้สัญลักษณ์ \bar{X} คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนนักศึกษาในกลุ่มประชากรเป้าหมาย

4.2 ค่าร้อยละ ใช้สัญลักษณ์ P คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทนคะแนนเฉลี่ยร้อยละ

f แทนความถี่ของข้อมูลที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทนจำนวนความถี่ทั้งหมด

4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการวัดการกระจายที่นิยมใช้กันมากเขียนแทนด้วย S.D. หรือ S

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

หรือ

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n - 1)}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	ค่าคะแนน
	n	แทน	จำนวนคะแนนในแต่ละกลุ่ม
	Σ	แทน	ผลรวม

4.4 การการหาประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์ผลสถิติที่ใช้วิเคราะห์แบบตรวจสอบเพื่อการหาประสิทธิภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรกหมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ

80 ตัวหลังหมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

โดยใช้สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ 2520, 51)

$$E_1 = \frac{(\Sigma X)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{(\Sigma F)}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	ΣX	คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรืองาน
	ΣF	คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชั้นรวมกัน
	B	คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

2. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เมื่อหาค่าก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วจะต้องหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานทั้งสองด้วยเพื่อที่จะใช้ตรวจสอบความใกล้เคียงกันทั้งสองค่าซึ่งในความเป็นจริงแล้วค่าที่ได้ไม่ควรจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยใช้สูตร

$$S.E = \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}}{\sqrt{n}}$$

เมื่อ	S.E	คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
	X	คือ คะแนนของผู้เรียนแต่ละคน
	\bar{X}	คือ ค่าเฉลี่ย
	n	คือ จำนวนผู้เรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาชุดการสอนราย วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุลและการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี ” ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่รวบรวมได้ จำนวน 12 ชุด ได้รับกลับคืนมาจำนวน 12 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ผู้วิจัยจะเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามในรูปตารางประกอบคำบรรยาย โดยแบ่งได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. ความพึงพอใจในชุดการสอนราย วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเคมี ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนรายวิชาเคมีอนินทรีย์1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอนของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี พร้อมทั้งแสดงข้อมูลเปรียบเทียบ และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยละเอียดมีดังต่อไปนี้

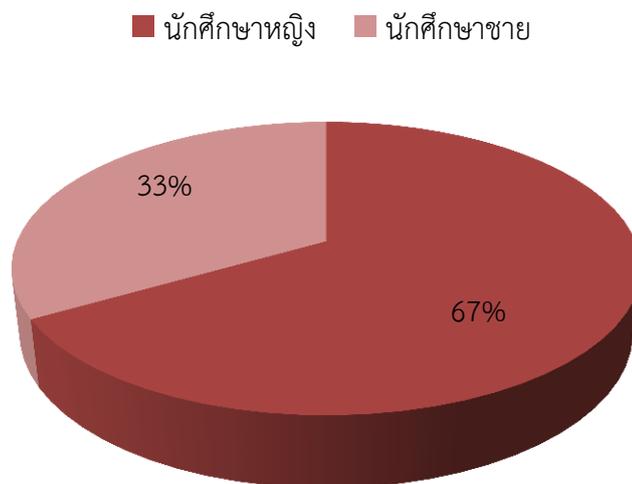
1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลที่ผู้วิจัยจะนำเสนอในส่วนนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม โดยวิเคราะห์ถึงระดับการศึกษาและจำแนกตามเพศ ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 1-2 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
นักศึกษาหญิง	8	67
นักศึกษาชาย	4	33
รวม	12	100

จากตารางที่ 1 จากการวิเคราะห์จำแนกตามเพศของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 10 คน พบว่า เป็นนักศึกษาหญิง 8 คน และนักเรียนชาย 4 คน คิดเป็นร้อยละ 67 และ 33 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ (n = 12)

ตารางที่ 2 ผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 2	12	100
รวม	12	100

จากตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์จำแนกตามระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 12คน พบว่า เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเคมี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 100

2. ความพึงพอใจในชุดการสอนราย วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล

ผลการประเมินความพึงพอใจในชุดการสอนราย วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษา สาขาวิชาเคมี นำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลดังตารางสรุปแบบประเมินความพึงพอใจใน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 สรุปจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามระดับความพึงพอใจในชุดการสอนราย วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล

ความพึงพอใจในชุดการสอนราย วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามระดับ ความพึงพอใจ (คน)				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาของชุดการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	5	4	1	-	-
2. ชุดการสอนการทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	3	7	-	-	-
3. รูปแบบชุดการสอนเข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้	5	5	-	-	-
4. ชุดการสอนสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4	5	1	-	-
5. ระบุกิจกรรมที่นักศึกษาปฏิบัติได้ชัดเจนและ สอดคล้องกับจุดประสงค์	6	3	1	-	-
6. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	5	5	-	-	-
7. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	2	7	1	-	-
8. ความเหมาะสมในการตั้งคำถาม คำตอบของ แบบทดสอบในชุดการสอน	4	5	1	-	-
9. การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมและ สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	-	-	-
10. นักศึกษามีความพึงใจเมื่อทำได้เรียนโดยใช้ชุดการ สอน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล	6	4	-	-	-

เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.00 - 1.49	อยู่ในระดับ	น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.50 - 2.49	อยู่ในระดับ	น้อย
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.50 - 3.49	อยู่ในระดับ	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.50 - 4.49	อยู่ในระดับ	มาก
ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.50 - 5.00	อยู่ในระดับ	มากที่สุด

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลการประเมินระดับความพึงพอใจในชุดการสอนราย วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่องโครงสร้างโมเลกุล

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
1	เนื้อหาของชุดการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุม ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.40	0.73	มาก
2	ชุดการสอนการทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	4.30	0.48	มาก
3	รูปแบบชุดการสอนเข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้	4.50	0.53	มากที่สุด
4	ชุดการสอนสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.30	0.67	มาก
5	ระบุกิจกรรมที่นักศึกษาปฏิบัติได้ชัดเจนและ สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.50	0.71	มากที่สุด
6	ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.50	0.53	มากที่สุด
7	ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	4.10	0.57	มาก
8	ความเหมาะสมในการตั้งคำถาม คำตอบของ แบบทดสอบในชุดการสอน	4.30	0.67	มาก
9	การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมและ สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.50	0.53	มากที่สุด
10	นักศึกษามีความพึงใจเมื่อทำได้เรียนโดยใช้ชุดการ สอน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล	4.60	0.52	มากที่สุด
ภาพรวม		4.40	0.59	มาก

ผลการประเมินความพึงพอใจในชุดการสอน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล ในรายวิชาเคมีอินทรีย์1 ตามตารางที่ 4 พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในภาพรวม ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.59) อยู่ในระดับ *มาก* เมื่อพิจารณาในแต่ละรายการพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจ ต่อเนื้อหาของชุดการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.73) ชุดการสอนการทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.48) ชุดการสอนสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.67) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.57) และความเหมาะสมในการตั้งคำถาม คำตอบของแบบทดสอบในชุดการสอน ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.67) ซึ่งอยู่ในระดับ *มาก* ทั้ง 5 รายการประเมิน

สำหรับอีก 5 รายการที่เหลือ คือ รูปแบบชุดการสอนเข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.53) ระบุกิจกรรมที่นักศึกษาปฏิบัติได้ชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.71) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดรวดเร็วและสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.53) การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.53) และนักศึกษามีความพึงใจเมื่อทำได้เรียนโดยใช้ชุดการสอนเรื่องโครงสร้างโมเลกุล นี้ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.52) อยู่ในระดับ *มากที่สุด*

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

จากการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีอนินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ได้ดำเนินการทดสอบหลังการเรียนโดยใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ผลคะแนนที่ได้และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบเก็บคะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียน หลังจากการใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษาเคมี ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนรายวิชาเคมีอนินทรีย์ 1 จำนวน 12 คน

นักศึกษาคนที่	ผลการทดสอบเก็บ คะแนนระหว่างเรียน (20 คะแนน)	คิดเป็น ร้อยละ	ผลการทดสอบ หลังเรียน (20 คะแนน)	คิดเป็น ร้อยละ
1	18	90	19	95
2	16	80	17	85
3	17	85	18	90
4	15	75	15	75
5	18	90	19	95
6	16	80	16	80
7	16	80	16	80
8	16	80	16	80
9	15	75	16	80
10	16	80	16	80
11	16	80	16	80
12	16	80	17	85
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	16.25	81.25	16.75	83.75

การคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนโดยใช้ชุดการสอน
โครงสร้างโมเลกุล ของประชากรนักศึกษาสาขาวิชาเคมี

$$\bar{X} = \frac{\text{ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด}}{\text{จำนวนตัวอย่าง}}$$

$$\bar{X} = 201 / 12$$

$$\bar{X} = 16.75$$

การคำนวณหาร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์

จำนวนนักศึกษาที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 มีจำนวนเท่ากับ 11 คน จากนักเรียน 12 คน

$$\text{ร้อยละของนักศึกษาที่ผ่านเกณฑ์} = \frac{\text{จำนวนนักศึกษาที่ผ่านเกณฑ์} \times 100}{\text{จำนวนนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งหมด}}$$

$$= \frac{11 \times 100}{12}$$

$$= 91.67$$

ดังนั้น มีนักศึกษาที่คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 คิดเป็น 91.67 %

ตารางที่ 6 ผลการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (E_1/E_2)

แบบทดสอบ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างเรียน รายวิชา เคมีอินทรีย์1 โดยใช้ ชุดการสอน เรื่อง โครงสร้าง โมเลกุล ของนักศึกษาเคมี ชั้นปีที่ 1 (E_1)	12	20	16.25	81.25
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมีอินทรีย์1 โดยใช้ ชุดการ สอน เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล ของ นักศึกษาเคมี ชั้นปีที่ 1 (E_2)	12	20	16.75	83.75

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) จากตารางที่ 5 พบว่า ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 สำหรับผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2) จากจำนวนผู้เรียนทั้งหมด 12 คน มีคะแนนของแบบทดสอบเต็ม 20 คะแนน และคะแนนรวมของผู้เรียนทั้งหมดที่ทำได้จากการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 201 คะแนน พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.75 ดังนั้นผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเท่ากับ (E_1/E_2) คือ 81.25/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

การจัดทำวิจัยในชั้นเรียน เรื่องการพัฒนาชุดการสอนราย วิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล และการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเคมี มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดการสอนเพื่อช่วยในการจัดกิจกรรมการสอนและเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา เมื่อได้ใช้ชุดการสอนดังกล่าวประกอบการเรียนการสอน ได้แก่ นักศึกษา หมู่เรียน 5611020021 จำนวนนักเรียน 12 คน จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาเรื่อง รูปร่างโมเลกุล ทฤษฎี Valence Shell Electron-pair repulsion (VSEPR) ที่ใช้อธิบายโครงสร้างโมเลกุล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 สำหรับนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อสร้างชุดการสอนช่วยในการจัดกิจกรรมการสอน จากผลการประเมินชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในภาพรวมต่อชุดการสอน ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.59) อยู่ในระดับ *มาก* และศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ที่เกิดกับนักศึกษา หลังจากจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนดังกล่าว ผลปรากฏว่า นักศึกษา มีคะแนนจากการใช้แบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้ชุดการสอน ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 14.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และมีนักศึกษาที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวนทั้งสิ้น 11 คน คิดเป็น 91.67% ของกลุ่มประชากรนักเรียน

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ของบทเรียนระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) พบว่า ประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการเรียน (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 สำหรับผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2) จากจำนวนผู้เรียนทั้งหมด 12 คน มีคะแนนของแบบทดสอบเต็ม 20 คะแนน และคะแนนรวมของผู้เรียนทั้งหมดที่ทำได้จากการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 201 คะแนน พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนหลังกระบวนการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 83.75 ดังนั้นผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเท่ากับ (E_1/E_2) คือ 81.25/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

อภิปรายผลการวิจัย

1. ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล เรื่อง รูปร่างโมเลกุล ทฤษฎี Valence Shell Electron-pair repulsion (VSEPR) ที่ใช้อธิบายโครงสร้างโมเลกุล สำหรับสำหรับนักศึกษา ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเคมี มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนมากขึ้น และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนดังกล่าว

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างโมเลกุล หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล มีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 มากขึ้น ซึ่งผลการศึกษาค้นคว้าตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. กระทรวงศึกษาธิการ. (2534) **คู่มือหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533)**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. กระทรวงศึกษาธิการ. (2544) **การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัย** เอกสารประกอบการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ โรงแรมระยองออคิด จังหวัดระยอง. คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. สำนักงาน. กระทรวงศึกษาธิการ.
- กิดานันท์ มลิทอง. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : ภาควิชา โสวัตศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- จริยา เหนียนเฉลย. **สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ, 2538.
- ประไพพรรณ บุญคง. (2542) **การวิจัยเชิงปฏิบัติการจัดทำและทดลองใช้คู่มือครู และแบบฝึกเสริมทักษะการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory, Learning) วิชา ส 071 ท้องถิ่นของเรา 1 (จังหวัดนราธิวาส) โดยใช้เทคนิคการประเมินผล โดยแฟ้มผลงาน (Portfolio Assessment).**งานวิจัยของนักศึกษาปริญญาตรี .คณะครุศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รชดา บัวไพร. **การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบโมเดลชิปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.
- วาสนา ประवालพุกษ์และคณะ. (2542) **การศึกษาสภาพปัญหาและความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.**งานวิจัยได้รับทุนวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สสวท . กรุงเทพมหานคร.
- วัฒนสิทธิ์ ชุนโอภาส. (2549) **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนว Learning Styles เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล เรื่อง การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. งานวิจัยในชั้นเรียน. โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลส์วิทยาลัย. เชียงใหม่.
- ศุภโชค สิ้นกั้ง. (2551) **การพัฒนาชุดการสอน เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน**. งานวิจัยในชั้นเรียน. โรงเรียนคลองพนสฤกษ์ดีพิทยา. กระบี่
- สุระชัย ศรีสุวรรณ. (2544) **การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ (ว 102) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. งานวิจัยนักศึกษาปริญญาตรี. คณะครุศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบประเมินความพึงพอใจในชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล รายวิชาเคมีอินทรีย์1ของนักศึกษา

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง แบบประเมินนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจความพึงพอใจในชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล รายวิชาเคมีอินทรีย์1 ของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงขอความร่วมมือจากผู้ประเมินโปรดอ่านข้อความในแบบประเมินอย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ให้ตรงกับข้อเท็จจริง

1. เพศ ชาย หญิง
2. ระดับชั้น ปี 1 ปี 2 ปี 3 ปี 4

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล รายวิชาเคมีอินทรีย์1 ของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี

คำชี้แจง โปรดอ่านข้อความในแบบประเมินอย่างละเอียดและพิจารณา แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่านในแต่ละหัวข้อ

ตารางที่ 1 ระดับความพึงพอใจในชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล ของนักศึกษาสาขาวิชาเคมี

ความพึงพอใจในชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1. เนื้อหาของชุดการสอนมีความชัดเจนและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
2. ชุดการสอนการทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น					
3. รูปแบบชุดการสอนเข้าใจง่าย และสะดวกต่อการใช้					
4. ชุดการสอนสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน					
5. ระบุกิจกรรมที่นักศึกษาปฏิบัติได้ชัดเจนและสอดคล้องกับจุดประสงค์					
6. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอดรวดเร็ว และสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง					
7. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาด้านความรู้ ทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ					
8. ความเหมาะสมในการตั้งคำถาม คำตอบของแบบทดสอบในชุดการสอน					
9. การวัดและประเมินผลวัดได้ครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์					
10. นักศึกษามีความพึงใจเมื่อทำได้เรียนโดยใช้ชุดการสอน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล					

ข้อเสนอแนะอื่น

.....
.....

ภาคผนวก ข

รายชื่อนักศึกษาวิชาเคมีอินทรีย์1 (CHEM201)
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 รหัสหมู่เรียน 5611020021

ลำดับ	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล
1	561102002101	นางสาว รัตนาภรณ์ แซ่พาน
2	561102002102	นางสาว ชนิตา คุ่มสิงสัน
3	561102002103	นางสาว ขวัญกมล มาลา
4	561102002107	นาย เบญจรงค์ สร้อยจำปา
5	561102002109	นาย ศิวกร มุลลี
6	561102002110	นางสาว น้ำฝน เพชรตาด
7	561102002111	นาย พัฒนา มีสนุ่น
8	561102002112	นาย วินัย พิมพา
9	561102002114	นางสาว ชุติภา สร้อยคำ
10	561102002115	นางสาว อนงค์นาถ พัดตาสิงห์
11	561102002116	นางสาว จิตรลดา บุตรศรี
12	551102002138	นางสาวศิริยากร อาบสุวรรณ

ภาคผนวก ง

แบบบันทึกความคิดเห็นของนักศึกษา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- เพศ
 ชาย หญิง
- อายุ.....ปี.....เดือน

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริงมากที่สุด

1. ก่อนการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ นักศึกษามีความรู้สึกอย่างไรต่อวิชาเคมีอินทรีย์
.....
.....
2. นักศึกษามีความคิดเห็นอย่างไรต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์ โดยไม่มีสื่อประกอบการเรียน
.....
.....
3. นักศึกษามีความเห็นอย่างไรต่อการจัดการสอนของผู้สอนเมื่อใช้ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล
.....
.....
4. นักศึกษาเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเรื่อง โครงสร้างโมเลกุล มากน้อยเพียงไร หลังจากใช้ชุดการสอน
.....
.....
5. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อ ชุดการสอนโครงสร้างโมเลกุล หรือไม่ และมากน้อยเพียงไร
.....
.....

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก จ

ชุดการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์ 1 เรื่อง โครงสร้างของโมเลกุล

ทฤษฎีการผลักคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion : VSEPR) เป็นทฤษฎีที่ใช้ในการทำนายรูปร่างโมเลกุล ใช้กับโมเลกุลหรือไอออนที่อะตอมยึดกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ โดยการพิจารณาถึงการผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่มีอยู่ใน วงเวเลนซ์ของอะตอมกลางในโมเลกุลหรือไอออนที่สนใจ คู่อิเล็กตรอนเหล่านี้จะจัดตัวเองรอบอะตอมกลางใน 3 มิติ เพื่อที่จะลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนให้เหลือน้อยที่สุด โดยที่คู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางจะพยายามอยู่ห่างกันให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

การจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลโคเวเลนต์มีตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอนตามการจัดเรียงเวเลนซ์อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางของธาตุในโมเลกุลโคเวเลนต์ จึงทำให้โมเลกุลโคเวเลนต์ของสารต่าง ๆ มีรูปร่างแตกต่างกัน สิ่งที่ใช้บอกรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ จะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

ข้อมูลที่จะใช้เพื่อทำนายรูปร่างโมเลกุล ได้แก่

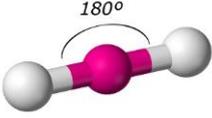
- จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ
- จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (E)
- มุมระหว่างพันธะ และความยาวพันธะ
- จำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมกลาง (อะตอมกลาง : A)
- จำนวนอะตอมที่เกิดพันธะโคเวเลนต์ (อะตอมล้อมรอบ : X)

หลักการพิจารณารูปร่างโมเลกุล มีดังนี้

1. รูปร่างแบบเส้นตรง เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่เลย มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180°

สูตร AX_2E_0

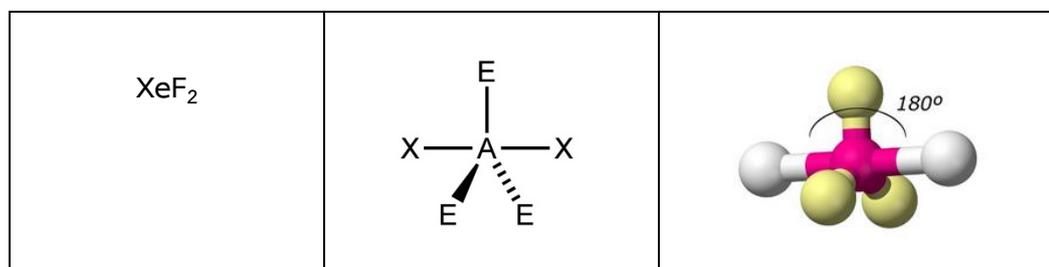
เช่น $BeCl_2$, CO_2 , BeH_2 , CS_2 , C_2H_2

CO_2	$X - A - X$	
--------	-------------	---

2. รูปร่างแบบเส้นตรง เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ มีมุมระหว่างพันธะเท่ากับ 180°

สูตร AX_2E_3

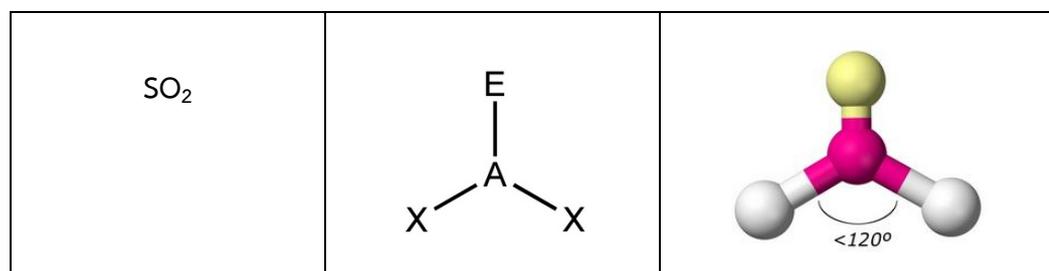
เช่น XeF_2, I_3



3. รูปร่างแบบมุมงอ เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ มีมุมพันธะน้อยกว่า 120°

สูตร AX_2E_1

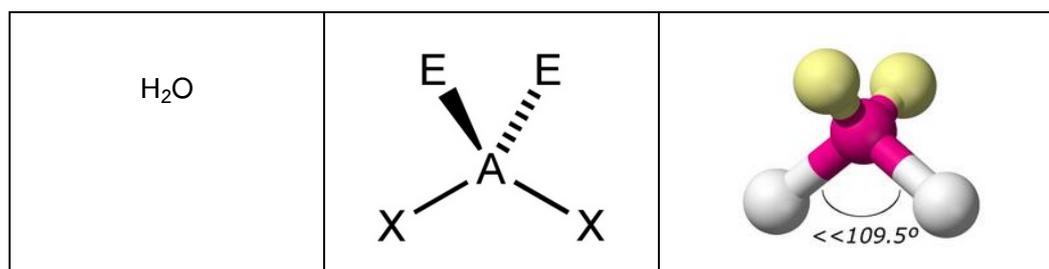
เช่น SO_2, NO_2^-



4. รูปร่างแบบมุมงอ เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ มีมุมพันธะน้อยกว่า 109.5°

สูตร AX_2E_2

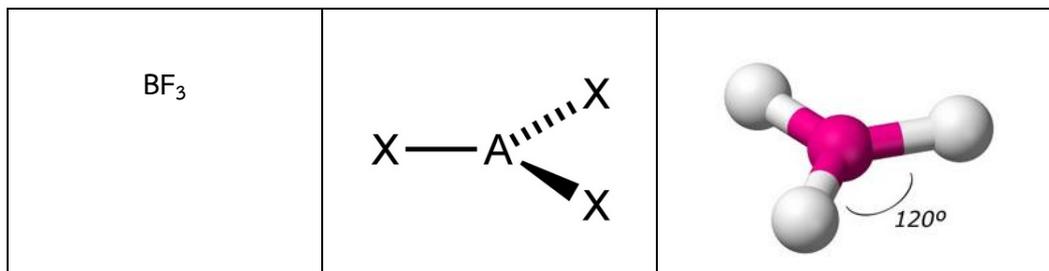
เช่น H_2O, H_2S, Cl_2O



5. รูปร่างสามเหลี่ยมแบนราบ เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ (เกิดพันธะโคเวเลนต์ 3 พันธะ) และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่เลย มีมุมพันธะเท่ากับ 120°

สูตร AX_3E_0

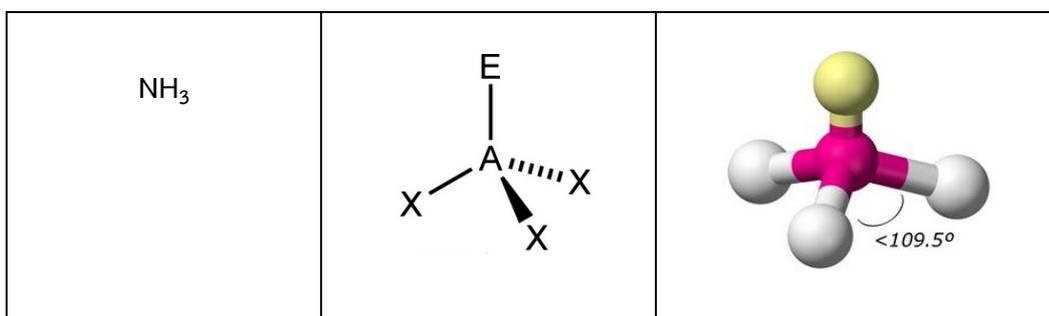
เช่น BF_3 , BCl_3 , SO_3



6. รูปร่างปิรามิดฐานสามเหลี่ยม เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ (เกิดพันธะโคเวเลนต์ 3 พันธะ) และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ มีมุมพันธะน้อยกว่า 109.5°

สูตร AX_3E_1

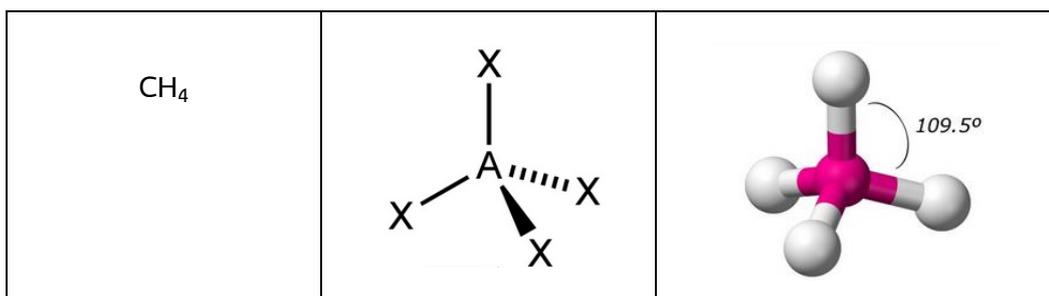
เช่น SO_3^{2-} , NH_3 , $N(CH_3)_3$, ClO_3^-



7. รูปร่างแบบทรงสี่หน้า เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ (เกิดพันธะโคเวเลนต์ 4 พันธะ) และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลืออยู่เลย มีมุมพันธะเท่ากับ 109.5°

สูตร AX_4E_0

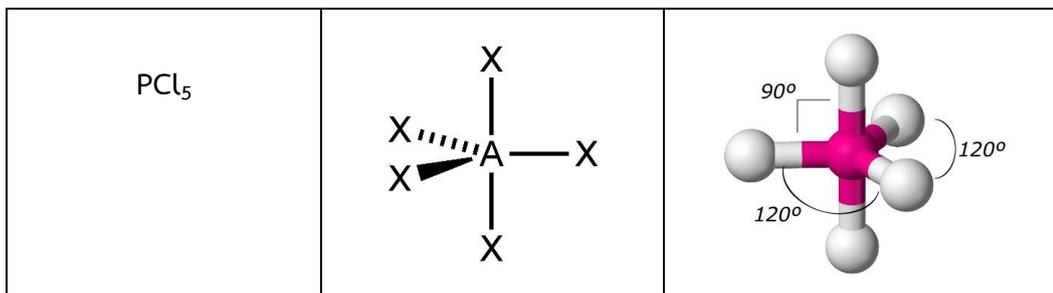
เช่น CH_4 , CCl_4 , $SiCl_4$, SiH_4



8. รูปร่างปริมาตรฐานสามเหลี่ยม เมื่อมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเลย มีมุมพันธะระหว่างยอดปริมาตรฐานกับฐาน 90° และมุมฐานเป็นสามเหลี่ยมแบนราบมุมกาง 120°

สูตร AX_5E_0

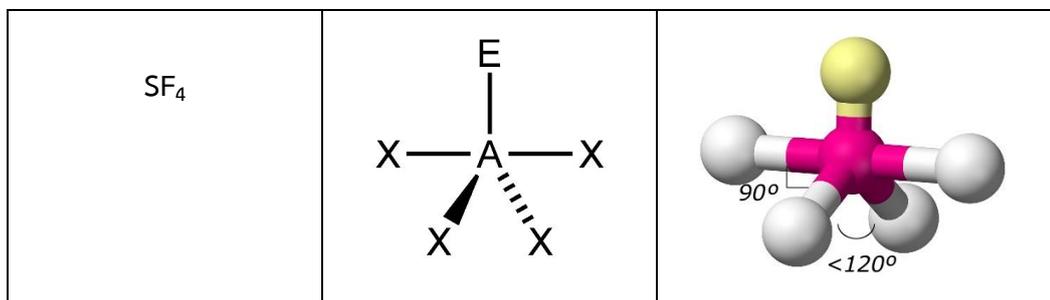
เช่น PCl_5 , AsH_5



9. รูปร่างแบบไม้กระดานหก เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเลย มีมุมพันธะน้อยกว่า 120°

สูตร AX_4E_1

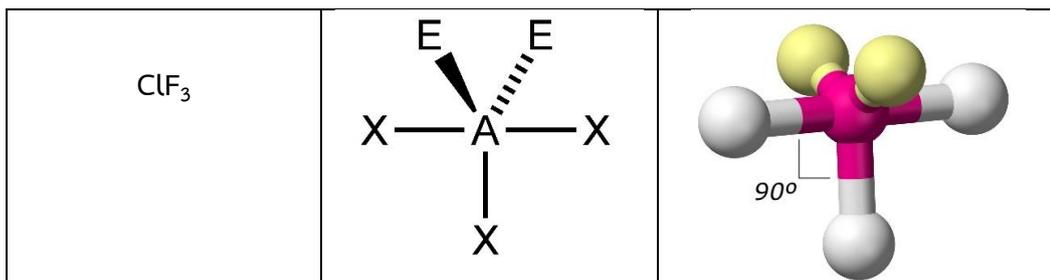
เช่น SF_4 , $TeCl_4$



10. รูปร่างแบบ T-shape เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ (เกิดพันธะโคเวเลนต์ 3 พันธะ) และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเลย 2 คู่ มีมุมพันธะน้อยกว่า 90°

สูตร AX_3E_2

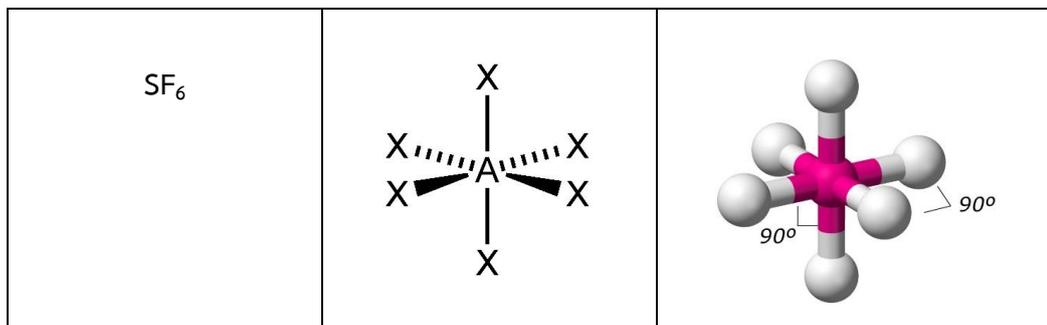
เช่น ClF_3 , $BrCl_3$



11. รูปร่างแบบทรงเหลี่ยมแปดหน้า เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 6 คู่ และไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือเลย มุมทุกมุมทาง 90°

สูตร AX_6E_0

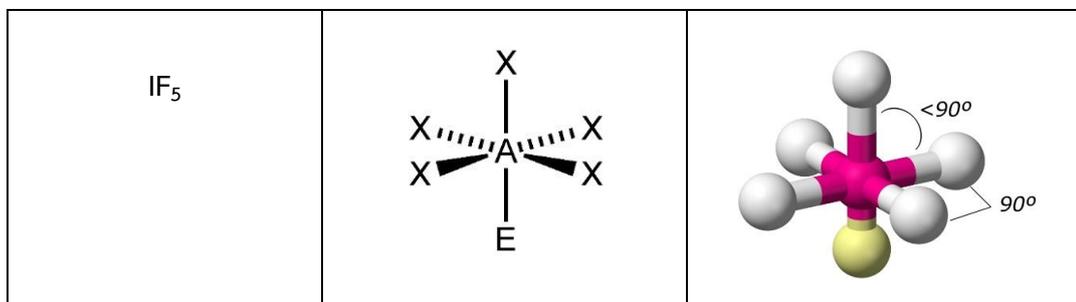
เช่น SF_6 , $TeCl_6$, WCl_6



12. รูปร่างแบบปริมาตรฐานสี่เหลี่ยม เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ มุมทุกมุมทาง 90°

สูตร AX_5E_1

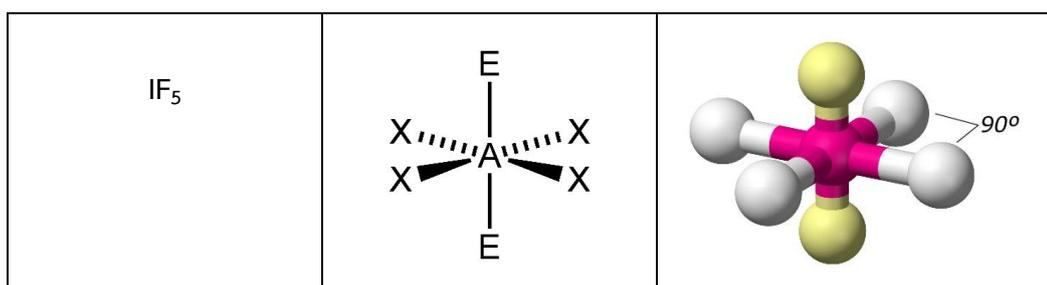
เช่น IF_5 , FCl_5



13. รูปร่างสี่เหลี่ยมแบนราบ เมื่อมีจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ มุมทุกมุมทาง 90°

สูตร AX_4E_2

เช่น XeF_4

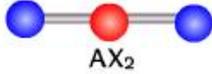
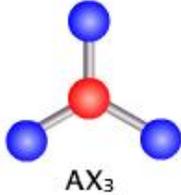
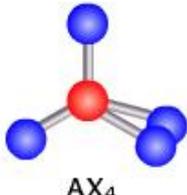
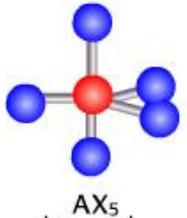
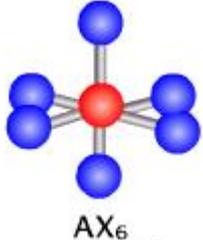


พันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะที่มีทิศทาง พันธะชนิดนี้เกิดจากอะตอมที่สร้างพันธะกันนำเวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมมาใช้ร่วมกัน การใช้ทฤษฎี VSEPR ทำนายรูปร่างทางเรขาคณิตของโมเลกุลซึ่งประกอบด้วยทิศทางพันธะ มุมพันธะ และความยาวพันธะ ให้เริ่มจากการเขียนสูตรลิวอิสของโมเลกุล นับคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง แล้วพิจารณาว่าคู่อิเล็กตรอนเหล่านั้นควรจัดตัวในรูปแบบใดจึงจะมีแรงผลักรัน้อยที่สุด ตัวอย่างสูตรลิวอิสของโมเลกุลบางชนิด

สูตรลิวอิส			
สูตรโมเลกุล	BF_3	PF_5	SF_6
จำนวนคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง	3	5	6

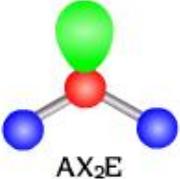
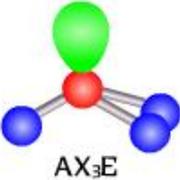
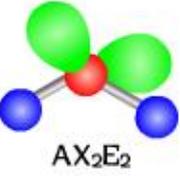
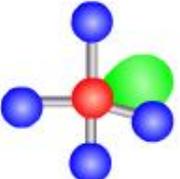
อะตอมกลางของโมเลกุลเหล่านี้มีแต่คู่อิเล็กตรอนคู่พันธะ (bonding electron) ไม่มีคู่อิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (lone pair electron) และความยาวพันธะในแต่ละโมเลกุลเท่ากัน เนื่องจากอะตอมกลางในแต่ละโมเลกุลสร้างพันธะกับอะตอมชนิดเดียวกัน ทิศทางของพันธะและมุมพันธะจะเป็นอย่างไร ขึ้นอยู่กับแรงผลักรันระหว่างคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง ถ้าวางอะตอมกลาง (สมมติให้เป็นอะตอม A) ไว้ที่จุดศูนย์กลางของลูกทรงกลม และวางอะตอมที่สร้างพันธะกับอะตอมกลาง (สมมติให้เป็นอะตอม X) ไว้ที่ผิวของทรงกลม และใช้เส้นตรงแทนความยาวพันธะ ตารางที่ 1 จะแสดงถึงทิศทางพันธะ มุมพันธะและรูปร่างทางเรขาคณิตของโมเลกุลที่มีสูตรแบบ AX_m (เมื่อ $m =$ จำนวนอะตอมของ X) ในโมเลกุลที่อะตอมกลางสร้างพันธะคู่หรือพันธะสามกับอะตอมรอบข้าง ทฤษฎี VSEPR จะคิดจำนวนอิเล็กตรอนเพียง 1 คู่ต่อ 1 พันธะ เช่น อะซิโตน และไฮโดรเจนไซยาไนด์ นับอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางได้ 3 คู่ และ 2 คู่ ตามลำดับ อะซิโตนมีสูตรแบบ AX_3 ส่วนไฮโดรเจนไซยาไนด์มีสูตรแบบ AX_2

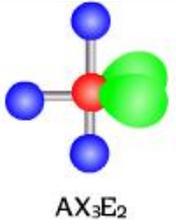
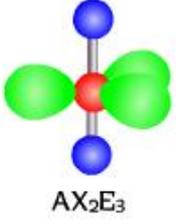
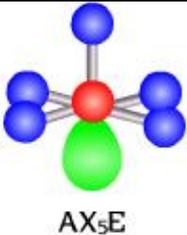
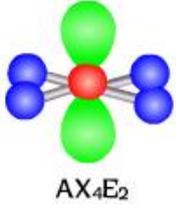
ตารางที่ 1 แบบการจัดตัวของคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง และรูปร่างโมเลกุล

จำนวนคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง	มุมระหว่างพันธะและรูปร่างโมเลกุลแบบสามมิติ	สูตร AX_m	ตัวอย่าง	ตัวอย่างรูป
2	เส้นตรง	AX_2	$HgCl_2$	
3	ระนาบสามเหลี่ยม	AX_3	BF_3	
4	ทรงสี่หน้า	AX_4	CCl_4	
5	พีระมิดคู่ทรงสามเหลี่ยม	AX_5	PCl_5	
6	ทรงแปดหน้า	AX_6	SF_6	

กรณีที่มีโมเลกุลหรือไอออนมีทั้งอิเล็กตรอนคู่พันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เช่น แอมโมเนีย หรือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รูปร่างของโมเลกุลหรือไอออนจะเบี่ยงเบนไปจากรูปร่างที่ทำนายโดยใช้ ทฤษฎี VSEPR ข้างต้น การพิจารณารูปร่างของโมเลกุลหรือไอออนเหล่านี้จะพิจารณาเฉพาะอะตอมกลางและอะตอมที่สร้างพันธะเท่านั้น อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจะไม่นำมาพิจารณาด้วย ถ้าโมเลกุลที่อะตอมกลางมีทั้งอิเล็กตรอนคู่พันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมีสูตรแบบ AX_mE_n โดย E เป็นสัญลักษณ์แทนอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว n แทนจำนวนคู่ของอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รูปร่างของโมเลกุลหรือไอออนจะ เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปร่างของโมเลกุลหรือไอออนที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

สูตร	รูปร่างโมเลกุล	ตัวอย่าง	ขนาดของมุมพันธะ	ตัวอย่างรูป
AX_2E	รูปตัววี	SO_2	$<120^\circ$	 AX ₂ E
AX_3E	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	H_3O^+	$<109.5^\circ$	 AX ₃ E
AX_2E_2	รูปตัววี	H_2O	$<109.5^\circ$	 AX ₂ E ₂
AX_4E	ไม้กระดานหก	$TeCl_4$	$<90^\circ, <120^\circ$	 AX ₄ E

สูตร	รูปร่างโมเลกุล	ตัวอย่าง	ขนาดของมุมพันธะ	ตัวอย่างรูป
AX_3E_2	รูปตัวที	IF_3	$<90^\circ$	 AX ₃ E ₂
AX_2E_3	เส้นตรง	ICl_2^-	180°	 AX ₂ E ₃
AX_5E	พีระมิดฐานจัตุรัส	IF_5	$<90^\circ$	 AX ₅ E
AX_4E_2	จัตุรัสระนาบ	XeF_4	90°	 AX ₄ E ₂

ขนาดของมุมพันธะในโมเลกุลที่มีรูปร่างเบี่ยงเบนไปจากทฤษฎี VSEPR อธิบายได้โดยพิจารณาถึงความแตกต่างของอาณาเขตการกระจายอิเล็กตรอนของอิเล็กตรอนคู่พันธะ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อิเล็กตรอนที่สร้างพันธะเดี่ยว พันธะคู่ หรือพันธะสาม

เมื่อเปรียบเทียบอิเล็กตรอนคู่พันธะกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจะถูกดึงดูดโดยนิวเคลียสของอะตอมเพียงอะตอมเดียว อาณาเขตการกระจายอิเล็กตรอนจึงกว้างกว่าของอิเล็กตรอนคู่พันธะ ซึ่งถูกดึงดูดโดยอะตอมสองอะตอม อิเล็กตรอนสองคู่ และสามคู่ ในพันธะสองและพันธะสามจะมีอาณาเขตการกระจายอิเล็กตรอนมากกว่าอิเล็กตรอนหนึ่งคู่ในพันธะเดี่ยว อาจกล่าวได้ว่าถ้ามีจำนวนอิเล็กตรอนที่เกี่ยวข้องในพันธะมาก อาณาเขตของการกระจายอิเล็กตรอนก็จะมากขึ้นด้วย เมื่ออาณาเขตของการกระจายอิเล็กตรอนแตกต่างกัน ความสามารถในการผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนแบบต่างๆ ก็ย่อมแตกต่างกันด้วย ซึ่งอาจสรุปอิทธิพลของการผลักกันของอิเล็กตรอนแบบต่างๆ ได้ดังนี้

คูโอดเดี่ยว-คูโอดเดี่ยว > คูโอดเดี่ยว-คูพันธะ > คูพันธะ-คูพันธะ

(คูพันธะสาม > คูพันธะสอง > คูพันธะเดี่ยว)

ในโมเลกุลที่อะตอมสร้างพันธะอยู่กับอะตอมที่มีสภาพไฟฟ้าลบ (อิเล็กโตรเนกาติวิตี) ที่แตกต่างกัน ความยาวพันธะและมุมพันธะจะเบี่ยงเบนไปจากทฤษฎี VSEPR อะตอมที่มีสภาพไฟฟ้าลบสูงจะดึงอิเล็กตรอนคู่พันธะเข้าหาตัวเองได้มาก ทำให้ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางน้อยลง อำนาจการผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางลดลงทำให้มุมพันธะแคบลง

ลักษณะของปฏิบัติการ

1. Quiz ทดสอบก่อนและหลังกิจกรรม
2. ในการทดลองนี้ นักศึกษา 3 คนทำการทดลองด้วยกัน แต่ประมวลผล และทำรายงานแยกกันของแต่ละคน
3. แนะนำ/อธิบายในหัวข้อต่อไปนี้
 - แบบจำลอง VSEPR
 - การทำนายรูปร่างโมเลกุลจากการจัดเรียงคู่อิเล็กตรอน VSEPR
4. มีการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนช่วง 30 นาทีสุดท้ายของการทดลอง โดยอาจารย์เป็นผู้ทำให้เกิดการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์จากการทดลอง โดยให้คะแนน นักศึกษาที่ participate (ตอบคำถาม, เสนอข้อสังเกต เป็นต้น)

กิจกรรมที่ 1

อุปกรณ์

- แบบจำลองโมเลกุลอะตอม

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ให้นักศึกษาต่อโมเดลโมเลกุลของการจัดเรียงคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง มากลุ่มละ 2 รูปร่าง พร้อมวาดรูปประกอบและยกตัวอย่างสารประกอบในรูปโมเลกุลนั้น

2. ให้นักศึกษาต่อโมเดลโมเลกุลของการจัดเรียงคู่อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางที่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว มาคนละ 2 รูปร่าง พร้อมวาดรูปประกอบและยกตัวอย่างสารประกอบในรูปโมเลกุลนั้น

กิจกรรมที่ 2

อุปกรณ์

1. กระดาษ A4
2. ดินน้ำมันสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน
3. ไม้จิ้มฟัน

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ให้นักศึกษา จำนวน 12 คน แบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จำนวน 4 กลุ่ม



2. ส่งตัวแทนคนที่ 1 มาจับฉลากโมเลกุลกับอาจารย์ผู้สอน มากกลุ่มละ 1 โมเลกุล
3. ปั้นดินน้ำมันเป็นวงกลมแทนอะตอมของธาตุ ใช้ไม้จิ้มฟันแทนพันธะ โดยกำหนดให้
 - ดินน้ำมันสีแดงแทนอะตอมกลาง (A)
 - ดินน้ำมันสีเขียวแทนอะตอมที่สร้างพันธะ กับอะตอมกลาง (X)
 - ดินน้ำมันสีน้ำเงินแทนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (E)
4. ทำกันต่อรูปร่างโมเลกุลที่จับฉลากได้ภายใน 1 นาที
5. วาดรูปลงในแบบบันทึกกิจกรรม อภิปรายหน้าชั้นเรียน และตอบคำถาม
6. ทำซ้ำโดยเปลี่ยนผู้จับฉลากเป็นนักศึกษาคคนที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

1. รูปร่างโมเลกุลที่จับฉลากได้

จำนวนเวเลนซ์ อิเล็กตรอนทั้งหมด	จำนวนอิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ (คู่)	จำนวนอิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยว (คู่)	สูตร AX_mE_n	ขนาดของมุม พันธะ

2. รูปร่างโมเลกุลที่จับฉลากได้

จำนวนเวเลนซ์ อิเล็กตรอนทั้งหมด	จำนวนอิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ (คู่)	จำนวนอิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยว (คู่)	สูตร AX_mE_n	ขนาดของมุม พันธะ

3. รูปร่างโมเลกุลที่จับฉลากได้

จำนวนเวเลนซ์ อิเล็กตรอนทั้งหมด	จำนวนอิเล็กตรอน คู่ร่วมพันธะ (คู่)	จำนวนอิเล็กตรอน คู่โดดเดี่ยว (คู่)	สูตร AX_mE_n	ขนาดของมุม พันธะ

แบบทดสอบรูปร่างเรขาคณิตของโมเลกุล

ข้อที่	โมเลกุล	ชนิดของ อะตอม กลาง	จำนวนคู่ อิเล็กตรอน ที่เกิดพันธะ	จำนวนคู่ อิเล็กตรอน โดดเดี่ยว	รูปร่าง โมเลกุล	มุมระหว่าง พันธะใน โมเลกุล
1	AlCl_3					
2	BF_3					
3	BeCl_2					
4	BrF_5					
5	CF_4					
6	H_2O					
7	HgCl_2					
8	NH_3					
9	PF_5					
10	SF_4					
11	SF_6					
12	SO_2					
13	XeF_4					
14	XeF_2					
15	ZnCl_2					

10. สารใดต่อไปนี้มีพันธะคู่ในโมเลกุล 1 พันธะ (Ans.ข)
 ก. C_2H_2 ข. C_2H_4 ค. C_2H_5OH ง. CO_2
11. เมื่อเขียนสูตรลิวอิสของ Gal_3 แล้วจงพิจารณาว่ามีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อะตอมกลางกี่คู่ (Ans.ง)
 ก. three ข. two ค. four ง. zero
12. เมื่อเขียนสูตรลิวอิสของ ICl_2^- แล้วจงพิจารณาว่ามีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อะตอมกลางกี่คู่ (Ans.ง)
 ก. four ข. two ค. zero ง. three
13. เมื่อเขียนสูตรลิวอิสของ BrF_5 แล้วจงพิจารณาว่ามีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อะตอมกลางกี่คู่ (Ans.ง)
 ก. four ข. Three ค. zero ง. one
14. การเรียงลำดับมุมระหว่างพันธะของสารและไอออนในข้อใดถูกต้อง
 ก. $BF_4^- > NH_3 > ClO_3^- > SCl_2$ ข. $NO_2^- > ClO_3^- > SCl_2 > BF_4^-$
 ค. $ClO_3^- > SCl_2 > NO_2^- > BF_4^-$ ง. $ClO_3^- > BF_4^- > SCl_2 > NH_3$
15. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง
 ก. มุม HOH ใน H_2O มีขนาดเล็กกว่ามุม HNH ใน NH_3 เพราะ O มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่า N
 ข. มุม HNH ใน NH_3 มีขนาดใหญ่กว่ามุม HSH ใน H_2S เพราะ S มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมากกว่า N
 ค. มุม HOH ใน H_2O มีขนาดใหญ่กว่ามุม HSH ใน H_2S เพราะ O มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงกว่า S
 ง. มุม HOH ใน H_2O และมุม OCO ใน CO_2 มีค่าใกล้เคียง 109.5 องศา
16. มุมระหว่างพันธะใน H_3O^+ เป็นดังข้อใด (Ans.ค)
 ก. 120° ข. น้อยกว่า 90° ค. น้อยกว่า 109.5° ง. 90°
17. มุมระหว่างพันธะใน $AsCl_4^+$ เป็นดังข้อใด (Ans.ค.)
 ก. 120° ข. น้อยกว่า 90° ค. น้อยกว่า 109.5° ง. 90°
18. มุมระหว่างพันธะใน XeF_4 เป็นดังข้อใด (Ans.ข)
 ก. น้อยกว่า 109.5° ข. 90° ค. น้อยกว่า 90° ง. 109.5°
19. มุมระหว่างพันธะใน $SnCl_3^-$ เป็นดังข้อใด (Ans.ก)
 ก. น้อยกว่า 109.5° ข. 90° ค. น้อยกว่า 90° ง. 109.5°
20. มุมระหว่างพันธะใน BF_4^- เป็นดังข้อใด (Ans.ง)
 ก. น้อยกว่า 109.5° ข. 90° ค. น้อยกว่า 90° ง. 109.5°

ภาคผนวก ข

	รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
	หลักสูตรสาขาวิชาเคมี

หมวดที่ 1 ข้อมูลโดยทั่วไป

<p>1. รหัสและชื่อรายวิชา CHEM201 เคมีอนินทรีย์ 1 (Inorganic Chemistry I)</p>
<p>2. จำนวนหน่วยกิต 4 หน่วยกิต 4 (3-3-8)</p>
<p>3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555 หมวดวิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเอกบังคับ</p>
<p>4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน อาจารย์ วิไลพร ปองเพียร ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน</p>
<p>5. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน ภาคการศึกษา 1 ชั้นปีที่ 2 (ตามแผนการเรียน)</p>
<p>6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisites) (ถ้ามี) เคมีเบื้องต้น</p>
<p>7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) ไม่มี</p>
<p>8. สถานที่เรียน อังคาร คาบที่ 2-4 ภาคทฤษฎี ห้องบรรยาย 14404 อังคาร คาบที่ 5-7 ภาคปฏิบัติการทดลอง ห้องปฏิบัติการ 16307 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์</p>
<p>9. วันที่จัดทำรายละเอียดของรายวิชา หรือวันที่มีการปรับปรุงครั้งล่าสุด 7 ธันวาคม 2554 (วันที่สภามหาวิทยาลัยอนุมัติหลักสูตร)</p>

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

<p>1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา</p> <p>1) เพื่อศึกษาความรู้ที่เกี่ยวกับเคมีอนินทรีย์ โครงสร้างโมเลกุลและพันธะเคมี สมบัติของธาตุและธาตุทรานซิชัน โครงสร้างของโลหะ เคมีของของแข็ง</p> <p>2) เพื่อศึกษาความรู้ที่เกี่ยว ปฏิกริยาของกรดและเบส ปฏิกริยาออกซิเดชันและรีดักชันทางเคมีอนินทรีย์</p> <p>3) เพื่อศึกษาปฏิบัติการทางเคมีอนินทรีย์ การใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ และความปลอดภัยของการใช้สารเคมี</p> <p>4) สามารถวิเคราะห์และประมวลผลของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยใช้หลักสถิติได้</p>
<p>2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา</p> <p>-</p>

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

<p>1. คำอธิบายของรายวิชา</p> <p>โครงสร้างโมเลกุลและพันธะเคมี สมบัติของธาตุและธาตุทรานซิชัน โครงสร้างของโลหะ เคมีของของแข็ง ปฏิกริยาของกรดและเบส ปฏิกริยาออกซิเดชันและรีดักชันทางเคมีอนินทรีย์ และปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี</p> <p>Study molecular structure and bonding, elements and transition properties, metal structure, solid chemistry, acids and bases reactions, oxidation and inorganic chemistry reduction and laboratory practices involving theory</p>				
<p>2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา</p>				
หน่วยกิต	ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา			
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง	สอนเสริม
4 (3-3-8)	3 x 15 = 45	3 x 15 = 45	8 x 15 = 120	-
<p>3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาจารย์ประจำรายวิชาประกาศเวลาให้คำปรึกษาที่หน้าห้องทำงาน - อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นรายบุคคล/กลุ่มตามความต้องการ 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ 				
<p>ตารางการให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล</p>				
วัน-เวลาให้คำปรึกษา	สถานที่	หมายเลขโทรศัพท์	E-mail	รวมจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่ให้คำปรึกษา
ทุกวันพุธ	สรินทร์ ห้อง 111	056-717100 ต่อ 2713	Atom2414@gmail.com	1

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. ทักษะด้านคุณธรรม จริยธรรม		
1.1 ผลการเรียนรู้	1.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	1.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
1. [o] มีความซื่อสัตย์ สุจริต	1. สอดแทรกเนื้อหาด้านคุณธรรม จริยธรรม ปลุกฝังเกี่ยวกับความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น	1. สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในการปฏิบัติในชั้นเรียน
2. [●] มีระเบียบวินัย	2. ให้ความสำคัญในวินัย เช่น การตรงต่อเวลา การแต่งกาย การมีวินัยในห้องเรียน	2. ขานชื่อหรือเซ็นชื่อการเข้าชั้นเรียน สังเกตพฤติกรรม การแต่งกาย และวินัย
3. [●] มีจิตสำนึก และตระหนักในการปฏิบัติ ตามจรรยาบรรณทางวิชาการ และวิชาชีพ	3. ปลุกฝังจิตสำนึก สอดแทรกธรรมะ ปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการ	3. สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในการปฏิบัติ
4. [o] เคารพสิทธิ และความคิดเห็นของผู้อื่น	4. สอดแทรกเรื่องการประพุดิตนที่เหมาะสม เช่น ไม่ส่งเสียงดัง ไม่รับประทานอาหารในห้องเรียน	4. สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในการปฏิบัติ
5. [o] มีจิตสาธารณะ	5. สอดแทรกเรื่องการช่วยเหลือเกื้อกูลต่อกิจกรรมของส่วนรวม	5. สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในการปฏิบัติ
2. ความรู้		
2.1 ผลการเรียนรู้	2.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	2.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
1. [●] มีความรู้ ในหลักการ และทฤษฎีทางด้านเคมี	1. ภาคทฤษฎี วิธีสอนโดยบรรยาย	1. การสอบข้อเขียน
2. [●] มีความรู้พื้นฐานทางเคมีที่จะนำมา อธิบายหลักการและทฤษฎีในศาสตร์เฉพาะ	2. ภาคปฏิบัติ วิธีสอนโดยการสาธิต และการทดลอง	2. การสอบปฏิบัติ
3. [o] สามารถติดตามความก้าวหน้าทาง วิชาการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเคมี	3. บรรยาย	3. การสอบข้อเขียน (สอบย่อย)
4. [o] มีความรอบรู้ในศาสตร์ต่าง ที่จะนำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน	4. อภิปราย การสาธิต และการทดลอง	4. การนำเสนอ การรายงานผลการทดลอง
3. ทักษะทางปัญญา		
3.1 ผลการเรียนรู้	3.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	3.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
1. [●] สามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีเหตุมีผลตามหลักการทางวิทยาศาสตร์	1. การฝึกปฏิบัติการทดลอง การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	1. ประเมินผลการดำเนิน จากการรายงานผลการทดลอง และการแก้ปัญหา
2. [●] นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเคมี ไปประยุกต์กับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม	2. การเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติ การทดลอง	2. ประเมินผลการดำเนิน จากการรายงานผลการทดลอง และการแก้ปัญหา
3. [●] มีความใฝ่รู้ สามารถวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่หลากหลายได้อย่างถูกต้องและสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม	3. การศึกษาค้นคว้าโดยอิสระ เพื่อประกอบการเขียนรายงาน	3. ประเมินผลการดำเนิน จากการรายงานผลการทดลอง และการแก้ปัญหา

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ		
4.1 ผลการเรียนรู้	4.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	4.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
1. [●] มีภาวะผู้นำ โดยสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ในฐานะผู้นำ และสมาชิกที่ดี	1. กำหนดการทำงานเป็นกลุ่ม โดยหมุนเวียนการเป็นผู้นำ	1. ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. [●] มีความรับผิดชอบ ต่อสังคม และองค์กร	2. ปลุกฝังให้มีการรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในงานกลุ่ม	2. ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาในชั้นเรียน
3. [●] สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ และวัฒนธรรมขององค์กรที่ไปปฏิบัติงาน	3. ฝึกการยอมรับความคิดเห็น การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม	3. ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการระดมความคิด
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
5.1 ผลการเรียนรู้	5.2 กลยุทธ์/วิธีการสอน	5.3 กลยุทธ์/วิธีการประเมินผล
1. [●] สามารถประยุกต์ความรู้ทางเคมี เคมีวิเคราะห์ และเคมีประยุกต์ เพื่อการวิเคราะห์ ประมวลผล การแก้ปัญหา และนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม	1. อธิบายการเขียน การวิเคราะห์ ประมวลผล การแก้ปัญหา และการนำเสนอ	1. ประเมินผลจากรายงานผลการทดลองและงานที่นำเสนอ
2. [o] มีทักษะในการสื่อสารภาษาไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม	2. มอบหมายงานให้รายงานผลการทดลอง อธิบายรูปแบบในการเขียน และการนำเสนอ	2. ประเมินผลจากทักษะการเขียนรายงานการทดลอง
3. [●] มีทักษะและความรู้ภาษาอังกฤษ หรือภาษาต่างประเทศอื่น เพื่อการค้นคว้า ได้อย่างเหมาะสม และจำเป็น	3. มอบหมายงานให้อ่านบทความภาษาอังกฤษ	3. ประเมินผลจากรายงานผลการอ่านและการแปล
4. [●] สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการสืบค้น และเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสถานการณ์	4. มอบหมายงานให้ค้นคว้าองค์ความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ นำมาเขียนในรายงาน	4. ประเมินจากการรายงานผลการทดลองที่แสดงแหล่งข้อมูลที่ค้นคว้า

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน (ท. = ทฤษฎี , ป. = ปฏิบัติ)

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ในการสอน	ผู้สอน
		ท.	ป.			
1	<p>ปฐมนิเทศการเรียนรู้ (Pre-school)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แนะนำการเรียนและการประเมินผล - แนะนำแหล่งเรียนรู้และเอกสารการค้นคว้า <p>ทฤษฎี</p> <p>บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เคมีอินทรีย์คืออะไร <p>ปฏิบัติการ</p> <p>1. แนะนำการทำรายงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - วีดีโอเกี่ยวกับข้อมูลความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการ - ศึกษาค้นคว้าเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของการใช้สารเคมี 	3	3	<ul style="list-style-type: none"> -บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -แบ่งกลุ่ม ฝึกปฏิบัติการ -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน 	<ul style="list-style-type: none"> -Power point -คลิป์วีดีโอ -เอกสาร ประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
2	<p>ทฤษฎี</p> <p>บทที่ 2 โครงสร้างโมเลกุล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทฤษฎีควอนตัม - ทฤษฎีของบอร์ - ระดับพลังงานของอะตอมมิกออร์บิทัลและการจัดเรียงอิเล็กตรอน - ค่าพลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy;IE) <p>ปฏิบัติการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติการโครงสร้างโมเลกุล 	3	3	<ul style="list-style-type: none"> -บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน 	<ul style="list-style-type: none"> -Power point -คลิป์วีดีโอ -เอกสาร ประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ -ชุดการสอน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล 	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
3	<p>ทฤษฎี</p> <p>บทที่ 3 พันธะเคมี</p> <ul style="list-style-type: none"> - ประเภทของพันธะเคมี - พันธะไอออนิกและการอ่านชื่อ - แบบโครงสร้างของผลึกสารประกอบไอออนิก - พลังงานแลททิซ <p>ปฏิบัติการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปฏิบัติการทดสอบสมบัติสารประกอบไอออนิก 	3	3	<ul style="list-style-type: none"> -บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน 	<ul style="list-style-type: none"> -Power point -คลิป์วีดีโอ -เอกสาร ประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ 	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ในการสอน	ผู้สอน
		ท.	ป.			
4	ทฤษฎี บทที่ 3 พันธะเคมี - ทฤษฎีที่ใช้อธิบายพันธะโคเวเลนต์ - เรโซแนนซ์ - ทฤษฎีการผลักคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ - แรเงระหว่างโมเลกุล ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการทดสอบสมบัติสารประกอบโคเวเลนต์	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -ชุดการสอน เรื่องโครงสร้างโมเลกุล -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
5	ทฤษฎี บทที่ 4 พันธะโลหะและโครงสร้างของโลหะ - พันธะโลหะ - สมบัติของโลหะและทฤษฎีที่ใช้อธิบาย - ตัวนำ กึ่งตัวนำ และฉนวน ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการสมบัติของโลหะหมู่ IA&IIA	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
6	บทที่ 4 พันธะโลหะและโครงสร้างของโลหะ - โครงสร้างของโลหะ - โครงสร้างผลึกแบบ BCC, FCC และ HCP - โลหะผสม แอลลอย ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการสมบัติของโลหะหมู่ IA&IIA (ต่อ)	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
7	ทดสอบกลางภาคบทที่ 1-4 ทฤษฎี บทที่ 5 สมบัติของธาตุและธาตุทรานซิชัน - สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ - เคมีของธาตุและสารประกอบของธาตุ ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการวิเคราะห์ไอออนบวก	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
8	ทฤษฎี บทที่ 5 สมบัติของธาตุและธาตุทรานซิชัน - เคมีของธาตุและสารประกอบของธาตุทรานซิชัน - เคมีของธาตุและสารประกอบของธาตุแลนทาไนด์ ธาตุแอกทีฟ ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการวิเคราะห์ไอออนลบ	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ในการสอน	ผู้สอน
		ท.	ป.			
9	ทฤษฎี บทที่ 6 เคมีของของแข็ง - ลักษณะทั่วไปของของแข็ง - ชนิดของของแข็งและระบบผลึก - การหักเหกระจายของคลื่นและรังสีเอกซ์ - การจัดเรียงอะตอมหรือไอออนในผลึก - โครงสร้างผลึกสามัญบางชนิด ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการโครงสร้างของแข็ง	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	
10	ทฤษฎี บทที่ 6 เคมีของของแข็ง - อัตราส่วนรัศมี - เลขอวกาโตรจากหน่วยเซลล์ - ความไม่สมบูรณ์ของผลึก - พลังงานแลตติซ ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับความร้อนของปฏิกิริยา	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	
11	ทดสอบครั้งที่ 2 บทที่ 5-6 ทฤษฎี บทที่ 7 กรดและเบส - ทฤษฎีกรด-เบส และปัจจัยที่มีผลต่อความแรงของกรดและเบส - การแตกตัวของกรดอ่อนและเบสอ่อน - ปฏิกิริยาของกรดและเบสอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตกรด-เบส ปฏิบัติการ - ปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับกรด-เบส	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
12	ทฤษฎี บทที่ 7 กรดและเบส (ต่อ) - สมดุลของไอออนเชิงซ้อน - การไทเทรตปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน - อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตแบบการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับไอออนสารประกอบเชิงซ้อน	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	ชั่วโมงสอนต่อสัปดาห์		กิจกรรมการสอน	สื่อที่ใช้ในการสอน	ผู้สอน
		ท.	ป.			
13	ทฤษฎี บทที่ 8 ปฏิกริยาออกซิเดชันและรีดักชันทางเคมีอินทรีย์ - การดุลสมการรีดอกซ์ - การคำนวณฝึกทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับปฏิกริยารีดอกซ์ ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับปฏิกริยารีดอกซ์	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
14	ทฤษฎี บทที่ 9 การไทเทรตปฏิกริยารีดอกซ์ - การไทเทรตปฏิกริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน - อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตแบบการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน - เคอร์ฟของการไทเทรตสำหรับปฏิกริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน ปฏิบัติการ - ปฏิบัติการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กโดยการไทเทรตกับต่างทับทิม	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
15	ทดสอบครั้งที่ 3 บทที่ 7-9 ทฤษฎี ทบทวน ปฏิบัติการ สอบปฏิบัติการ	3	3	-บรรยาย -อภิปราย -ซักถาม ตอบคำถาม - แบบฝึกหัด และทำการบ้านส่ง -ฝึกปฏิบัติการ -มอบหมายงาน	-Power point -คลิป์วิดีโอ -เอกสารประกอบการบรรยาย -หนังสือ -บทปฏิบัติการ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	อาจารย์วิไลพร ปองเพียร
16	สอบปลายภาค					

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้					
กิจกรรม ที่	การเรียนรู้ ด้าน	ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ ที่ ประเมิน	สัดส่วน ของการ ประเมิน
1	คุณธรรม จริยธรรม	1. [o] มีความซื่อสัตย์ สุจริต 2. [●] มีระเบียบวินัย 3. [●] มีจิตสำนึก และตระหนักในการปฏิบัติตาม จรรยาบรรณทางวิชาการ และวิชาชีพ 4. [o] เคารพสิทธิ และความคิดเห็นของผู้อื่น 5. [o] มีจิตสาธารณะ	-สังเกตพฤติกรรมการ ปฏิบัติ -การตรงต่อเวลา -การขานชื่อหรือเซ็นชื่อ -การเข้าร่วมกิจกรรม	1-15	10%
2	ความรู้	1. [●] มีความรู้ ในหลักการ และทฤษฎีทางด้านเคมี 2. [●] มีความรู้พื้นฐานทางเคมีที่จะนำมาอธิบายหลักการและ ทฤษฎีในศาสตร์เฉพาะ 3. [o] สามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิชาการ โดยเฉพาะ อย่างยิ่งด้านเคมี 4. [o] มีความรอบรู้ในศาสตร์ต่างที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	- การสอบข้อเขียน - การสอบปฏิบัติ - การสอบข้อเขียน (สอบย่อย) - การรายงานผลการ ทดลอง	-7,11,15 -6,15 - 2-14 - 2-14	70%
3	ทักษะทาง ปัญญา	1. [●] สามารถคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีเหตุมีผล ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ 2. [●] นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเคมี ไปประยุกต์กับ สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม 3. [●] มีความใฝ่รู้ สามารถวิเคราะห์ และสังเคราะห์ความรู้ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่หลากหลายได้อย่างถูกต้อง และ สร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม	ประเมินผลการดำเนิน จากการรายงานผลการ ทดลอง และการ แก้ปัญหา	2-14	10%
4	ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่าง บุคคลและ ความ รับผิดชอบ	1. [●] มีภาวะผู้นำ โดยสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ในฐานะ ผู้นำ และสมาชิกที่ดี 2. [●] มีความรับผิดชอบ ต่อสังคม และองค์กร 3. [●] สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ และวัฒนธรรมของ องค์กรที่ไปปฏิบัติงาน	ประเมินจากการสังเกต พฤติกรรมของนักศึกษา ในชั้นเรียน และการ ระดมความคิด	1-15	5%
5	ทักษะการ วิเคราะห์เชิง ตัวเลข การ สื่อสาร และ สารสนเทศ	1. [●] สามารถประยุกต์ความรู้ทางเคมี เคมีวิเคราะห์ และ เคมีประยุกต์ เพื่อการวิเคราะห์ ประมวลผล การแก้ปัญหา และนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม 2. [o] มีทักษะในการสื่อสารภาษาไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการเลือกใช้รูปแบบการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม 3. [●] มีทักษะและความรู้ภาษาอังกฤษ หรือ ภาษาต่างประเทศอื่น เพื่อการค้นคว้า ได้อย่างเหมาะสม และ จำเป็น 4. [●] สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการสืบค้น และ เก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับ สถานการณ์	ประเมินผลจากทักษะ การเขียนผลการทดลอง การอ่าน การแปลผล และการนำเสนอ สังเกตพฤติกรรม การ ค้นคว้า จากการรายงาน ผลการทดลอง	1-15	5%

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. ตำราและเอกสารหลัก

- 1) วิไลพร ปองเพียร. (2552). เอกสารประกอบการสอนเคมีอนินทรีย์1. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 2) Geoff Rayner-Canham and Tina Overton. (2010). *Descriptive Inorganic Chemistry*. 5th ed. New York : W. H. Freeman and Company.
- 3) จันทิรา ชัยมงคล. (2525). *อนินทรีย์เคมี*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- 4) นิตยาภรณ์ ใจสะอาด. (2531). *ปฏิบัติการเคมีอนินทรีย์*. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

- 1) Shriver & Atkins'. (2009). *INORGANIC CHEMISTRY*. 5th ed. New York : W. H. Freeman and Company.
- 2) Catherine E. Housecroft and Alan G. Sharpe. (2008). *INORGANIC CHEMISTRY*. 3^h ed. Italy : Rotolito Lombarda.
- 3) สุนทรี เบญวงค์กุลชัย. *เคมีอนินทรีย์*. โครงการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- 4) นกตล ไชยคำ พิรวรรณ พันธุนาวิน และ ลัดดาวัลย์ ผดุง ทรัพย์. (1999). *เคมี เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอฮิล.
- 5) นกตล ไชยคำ. (2000). *เคมี เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

- 1) ทบวงมหาวิทยาลัย. (2540). *เคมี 1*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: บริษัท ไทยร่มเกล้า จำกัด (ฝ่ายการพิมพ์)
- 2) ทบวงมหาวิทยาลัย. (2532). *เคมี 2*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ อักษรเจริญทัศน์
- 3) ลัดดา มีสุข. (2539). *เคมีทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 4) สสวท สาขาเคมี.(2553) *สมดุคเคมี*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www3.ipst.ac.th/chemistry/index.php?option=com_content&view=article&catid=37:weblink&id=61:-7- (วันที่ค้นข้อมูล 6 พฤษภาคม 2553).
- 5) ประสิทธิ์ ประชาติ. (2548). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา เคมีทั่วไป 1*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://library.tru.ac.th/ttpdf/b55056/b55056.html>. (วันที่ค้นข้อมูล 6 พฤษภาคม 2553).
- 6) สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา. (2553). *หนังสือฟรี*. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.2ebook.com/che/>. (วันที่ค้นข้อมูล 6 พฤษภาคม 2553).

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

<p>1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา แบบประเมินประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ผ่าน website คณะ</p>
<p>2. กลยุทธ์การประเมินการสอน แบบประเมินประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ผ่าน website คณะ</p>
<p>3. การปรับปรุงการสอน จากการประเมินการสอนในข้อ 2 นำข้อที่ควรปรับปรุงมาสู่การจัดกิจกรรมการประชุม ปรึกษาหารือ ในกลุ่มผู้สอน</p>
<p>4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา ในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา มีการแต่งตั้งคณะกรรมการผู้รับผิดชอบหลักสูตร ดำเนินการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การประเมินโดยนักศึกษาตามผลการเรียนรู้ - สัมภาษณ์นักศึกษา - การสอบโดยอาจารย์ผู้สอน (การสอบกลางภาค การสอบปลายภาค) - วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินตาม มคอ.3/มคอ.5
<p>5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา ทุก 4 ปีหรือตามข้อเสนอแนะและผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ 4</p>