

การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2560

Development of an Electronic Learning Package in Chemistry Course  
on the Topic of Functional Groups for Mathayom Suksa  
VI Students in Nongkhai Wittayakarn School

Mrs. Nirada Nantameechai



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies


Sukhothai Thammathirat Open University


2017

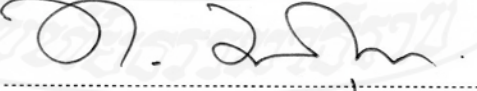
หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร  
ชื่อและนามสกุล นางนิรดา นันทะมีชัย  
แขนงวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

  
.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)  
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

**ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ** การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

**ผู้ศึกษา** นางนิรดา นันทะมีชัย **รหัสนักศึกษา** 2592700369

**ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา)

**อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย **ปีการศึกษา** 2560

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน และ(3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย ที่กำลังศึกษารายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือในการวิจัยคือ (1) ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ(3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ที่ผลิตขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.79/79.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความคิดเห็นว่าชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีความเหมาะสมในระดับมาก

**คำสำคัญ** ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เคมี มัธยมศึกษา

**Independent Study title:** Development of an Electronic Learning Package in Chemistry Course on the Topic of Functional Groups for Mathayom Suksa VI Students in Nongkhai Wittayakarn School

**Author:** Mrs. Nirada Nantameechai; **ID:** 2592700369;

**Degree:** Master of Education (Educational Technology and Communications);

**Independent Study advisor:** Dr. Varangkana Topothai, Associate Professor;

**Academic year:** 2017

### Abstract

The objectives of this research were (1) to develop an electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups based on the set efficiency criterion; (2) to study the learning progress of students who learned from the electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups; and (3) to study opinions of the students toward the electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups.

The research sample consisted of 39 Mathayom Suksa VI students studying the Chemistry 5 Course during the second semester of the 2017 academic year in Nongkhai Wittayakarn School, Nongkhai province, obtained by cluster random sampling. The employed research instruments were (1) an electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups; (2) two parallel forms of an achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on opinions of the students toward the electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups. Statistics for data analysis were the  $E_1/E_2$  efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups was efficient at 80.79/79.33, thus meeting the set efficiency criterion of 80/80; (2) the students who learned from the developed electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups achieved learning progress significantly at the .05 level; and (3) the students had opinions that the developed electronic learning package in Chemistry Course on the topic of Functional Groups was appropriate at the high level.

**Keywords:** Electronic Learning Package, Chemistry, Mathayom Suksa

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย และรองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการศึกษาครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจสอบ แก้ไข ให้คำแนะนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.สารีพันธ์ุ ศุภวรรณ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา นางจรรุวรรณ ตุ่มมี ครูชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี และนายอนุชิต กอศักดิ์ ครูชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินผลการศึกษา

ขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ที่อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี ขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูล

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนักศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

นิรดา นันทะมีชัย

กุมภาพันธ์ 2561

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	6
สมมติฐานการวิจัย .....	6
ขอบเขตการวิจัย .....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
ประโยชน์ที่ได้รับ .....	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	9
ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	9
หลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร .....	14
ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	20
การทดสอบประสิทธิภาพ .....	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	35
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	35
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	36
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	45
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	50
ตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	50
ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง หมูฟังก์ชัน .....	52
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน .....	53

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 รายละเอียดของต้นแบบชิ้นงาน .....	55
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	58
ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	90
ภาคที่ 3 รายละเอียดของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	105
ภาคที่ 4 แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ และแบบสอบถาม .....	128
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	144
สรุปการวิจัย .....	144
อภิปรายผล .....	146
ข้อเสนอแนะ .....	150
บรรณานุกรม .....	152
ภาคผนวก .....	156
ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	157
ข แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ .....	159
ค ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบ .....	166
ง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน .....	168
จ ตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม .....	176
ฉ ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ อิเล็กทรอนิกส์ .....	183
ช แบบสอบถามความคิดเห็น .....	185
ซ แผนการสอน .....	188
ประวัติผู้วิจัย .....	192



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 รายชื่อหน่วยและเรื่องในรายวิชาเคมี.....	37
ตารางที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	42
ตารางที่ 3.3 แสดงการหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน.....	43
ตารางที่ 3.4 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ .....	44
ตารางที่ 3.5 กำหนดวันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม .....	46
ตารางที่ 3.6 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์และการเก็บรวบรวมข้อมูล ...	46
ตารางที่ 3.7 ข้อมูลจากการสังเกตเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข .....	47
ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในการทดสอบแบบเดี่ยว (n = 3) .....	50
ตารางที่ 4.2 แสดงการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์จากการทดสอบ ประสิทธิภาพแบบเดี่ยว .....	51
ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน จากการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6).....	51
ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 30).....	52
ตารางที่ 4.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 30).....	52
ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน (n = 30).....	53

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าจอชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	40
ภาพที่ 3.2 การจัดแผนผังห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร.....	45



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร พ.ศ. 2552 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กำหนดให้มีวิชาเคมี 5 เป็นวิชาเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนกลุ่มที่เน้นวิทย์ – คณิต มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ เชื้อเพลิง ชากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ และสารชีวโมเลกุล โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ตัดสินใจ แก้ปัญหา สื่อสารในสิ่งที่เรียนรู้ รวมทั้งมีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม (โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร, 2558) โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552)

การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้เช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปคือมีทั้งส่วนที่เป็นความรู้และทักษะในการแสวงหาความรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ ได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยครูผู้สอนสามารถจัดหาสื่อที่มีประสิทธิภาพและจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

#### 1.1 สภาพที่พึงประสงค์

การจัดการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี มีสภาพที่พึงประสงค์ ดังนี้

##### 1.1.1 สภาพที่พึงประสงค์ด้านวิธีการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 นิยมใช้วิธีการจัดการเรียนรู้หลายวิธี ตามวิธีการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรม

ใดที่ดีที่สุด เหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ (ภาพ เลขาไพบูลย์, 2543, น. 123) รวมทั้งครูควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พัฒนาความสามารถในการใช้กลยุทธ์ต่างๆ สำหรับนักเรียนที่มีความหลากหลายและจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด

### 1.1.2 สภาพที่พึงประสงค์ด้านสื่อการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียน ช่วยให้การสื่อสารเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ดี และช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ทั้งยังช่วยพัฒนาทักษะขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันสื่ออิเล็กทรอนิกส์ได้เข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เพราะผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกเวลา ไม่มีข้อจำกัดด้านสถานที่ โดยผู้เรียนยังคงมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอน หรือเพื่อนคนอื่นๆ ได้ตลอดเวลา เนื่องจากส่วนมาก สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อที่ต้องใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต โดยเรียนผ่านคอมพิวเตอร์และบทเรียนในลักษณะของสื่อประสม หรือมัลติมีเดีย(Multimedia) ดังนั้นการเรียนการสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์สามารถพัฒนาผู้เรียนได้หลากหลายขณะเดียวกันก็สามารถบูรณาการเข้ากับการสอนแบบต่างๆ ที่เป็นแนวคิดหรือทฤษฎีได้ด้วย (นิคม ทาแดง และ ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2556, น. 24-28) และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญประเภทหนึ่งได้แก่ ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งช่วยให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น นักเรียนเลือกกระบวนการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบมากขึ้น และช่วยสนองตอบความต้องการของนักเรียนแต่ละคน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2546, น.11)

## 1.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี โรงเรียนหนองคาย วิทยาการ ครอบคลุมด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อการสอน ดังนี้

### 1.2.1 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันด้านวิธีการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการรู้วิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนหนองคาย-วิทยาการ ใช้วิธีการสอนแบบเผชิญหน้าในชั้นเรียน วิธีสอนแบบบรรยาย สอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) การสาธิต และการทดลองเป็นบางครั้ง เป็นการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและผู้สอนเป็นสำคัญ แต่กิจกรรมยังไม่หลากหลาย

### 1.2.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันด้านสื่อการสอน

สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการนำสื่อวัสดุกราฟิก สื่อโสตทัศน์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และสื่อวิธีการ มาใช้จัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สื่อการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ครอบคลุม (1) สื่อการสอน

ประเภทวัสดุ (2) สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์ (3) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ และ (4) สื่อการสอนประเภทวิธีการ (ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559, น. 560) สำหรับการใช้สื่อการสอนในรายวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีการใช้สื่อประเภทหนังสือเรียนตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนดซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาแบบบรรยาย มีแบบฝึกหัดในท้ายเรื่องแต่ละเรื่อง มีการใช้เอกสารประกอบการสอน เครื่องฉายภาพ คอมพิวเตอร์ ใบงาน และใบความรู้ในบางครั้ง มีการนำสื่อการสอนประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้บ้างเป็นบางครั้ง เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อมุ่งให้การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพ มีการผลิตและใช้ชุดการเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพของแต่ละบุคคล แต่ยังคงขาดการวิจัยรองรับทำให้ไม่ทราบประสิทธิภาพของสื่อเหล่านั้น ไม่ทราบจุดดี จุดด้อยหรือจุดบกพร่องของสื่อที่ผลิตขึ้น เพราะไม่ผ่านระบบการผลิตที่ถูกต้องและไม่มีการจัดเก็บหรือพัฒนาสื่ออย่างเป็นระบบ แต่ยังไม่มีการนำชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้จัดกระบวนการเรียนรู้ในชั้นเรียน

เมื่อศึกษาถึงด้านความพร้อมของเทคโนโลยีในโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร พบว่าโรงเรียนได้จัดสรรคอมพิวเตอร์แบบพกพาให้กับครูผู้สอนครบทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ มีการติดตั้งเครื่องฉายภาพ(โปรเจกเตอร์)ที่มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งาน มีการพัฒนาเครือข่ายอินเทอร์เน็ตครอบคลุมบริเวณอาคารเรียนและห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกห้อง จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนรายวิชาเคมีมีความพร้อมด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ แต่ยังคงขาดการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

### 1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมี ในโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ยังมีขีดจำกัดในการพัฒนานักเรียนหลายด้าน สามารถวิเคราะห์สภาพปัญหาได้ดังนี้

#### 1.3.1 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นด้านวิธีการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนใช้วิธีการสอนแบบเผชิญหน้าในชั้นเรียน การสอนแบบบรรยาย มีการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) การสาธิต และการทดลองเป็นบางครั้ง เป็นการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและผู้สอนเป็นสำคัญเป็นบางครั้ง แต่รูปแบบกิจกรรมยังไม่หลากหลาย ประกอบกับนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีพื้นฐานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์น้อย มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ทั้งทักษะพื้นฐานและทักษะขั้นสูงไม่ทันัก ทำให้ผู้เรียนคิดว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากมาก นักเรียนบางคนขาดความสนใจ ไม่กล้าซักถามแสดงความคิดเห็นในคาบสอนเรียนไม่ได้ เกิดความเบื่อหน่ายเนื่องจากไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน คิดว่าเป็นเรื่องไกลตัว ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เป็นความรู้แบบนามธรรม สามารถเชื่อมโยงความรู้หรือประยุกต์ใช้ความรู้ได้ รวมทั้งการเรียนการสอนยังใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการจัดการเรียนรู้น้อย ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ (ฝ่ายวิชาการ, โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร, 2558)

### 1.3.2 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นด้านสื่อการสอน

การขาดสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม และสอดคล้องกับยุคสมัยของเทคโนโลยี โดยเฉพาะในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่จัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่คือการใช้สื่อประเภทหนังสือเรียนตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนด มีการใช้เอกสารประกอบการสอน เครื่องฉายภาพ คอมพิวเตอร์ ใบงาน และใบความรู้ในบางครั้ง มีการนำสื่อการสอนประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้บ้างเป็นบางครั้ง มีการผลิตและใช้ชุดการเรียน ชุดการเรียนรู้ แต่ยังคงขาดการวิจัยรองรับทำให้ไม่ทราบประสิทธิภาพของสื่อเหล่านั้น ไม่ทราบจุดดี จุดด้อยหรือจุดบกพร่องของสื่อที่ผลิตขึ้น เพราะไม่ผ่านระบบการผลิตที่ถูกต้องและไม่มีการจัดเก็บหรือพัฒนาสื่ออย่างเป็นระบบ เมื่อสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพส่งผลให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความจำเจ นักเรียนไม่สนใจเนื้อหาที่เรียน ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน จึงไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามที่หลักสูตรกำหนดได้

### 1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมา โรงเรียนหนองคายวิทยาคารได้ดำเนินการแก้ไขด้านวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูโดยการร่วมมือกับกลุ่มเครือข่ายพัฒนาการศึกษาจังหวัดหนองคาย จัดการอบรมเพื่อพัฒนาวิธีการสอนของครูและเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนให้กับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ในส่วนของความพยายามในการแก้ปัญหา ด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงและโดยอ้อมนำเสนอ ดังนี้ (1) *มัชฌิมา เหล่าอรุณคะ (2552)* ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ปฏิกิริยาการผกผันของปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงใหม่พิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.53/81.13 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) *รุ่งรัชณี อินตาคำ (2552)* ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเกิดจาก (1) การศึกษาบทเรียนในรูปแบบสื่อประสมของนักเรียน และ (2) การประกอบกิจกรรมระหว่าง เรียนของนักเรียน ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ )

จากผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม และความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ สามารถพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาใช้กับวิชาเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 1.5 แนวทางการวิจัย

ด้วยสภาพดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเรียนรู้ด้วยความสุข เพราะการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีข้อดี คือ (1) ถ้าชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ได้ผลิตขึ้นอย่างเป็นระบบ เป็นชุดสื่อประสมที่ผลิตได้เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาบทเรียน ปรับปรุงและทดสอบให้มีประสิทธิภาพและทันสมัย มีความคงทนถาวรต่อการใช้และสะดวกในการเก็บรักษา (วรกิต วัตเข้าหลาม, 2540) (2) ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี ช่วยเร้าความสนใจของนักเรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนเองและสังคม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและการมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ช่วยสร้างความพร้อมและมั่นใจแก่ผู้สอน เพราะชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถหยิบไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะผู้ที่ไม่มีเวลาเตรียมการสอนล่วงหน้า ทำให้การเรียนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ชุดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อน และมีลักษณะเป็นนามธรรมสูง ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา ช่วยสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้กับผู้เรียน ช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน ทำให้การเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของผู้สอน ช่วยให้เป็นอิสระจากบุคลิกภาพของผู้สอน และชุดการเรียนรู้การสอนช่วยในกรณีครูขาด (วาสนา ทวีกุลทรัพย์, 2555, น. 13-6-7)

จากความสำคัญที่กล่าวมาและข้อดีของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างและพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงประสงค์ที่จะทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคาย-วิทยาคาร ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลักในการใช้งาน มีการผลิตอย่างเป็นระบบและมีความทันสมัยเหมาะสมกับวัยผู้เรียน และช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียนให้มีความสนใจในการเรียนวิชาเคมีสามารถสื่อสารเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ช่วยให้ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถพัฒนาความรู้มากขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

### 2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

### 2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ให้มี  
ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทาง  
อิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

2.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทาง  
อิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

## 3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  
80/80

3.2 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ที่เรียนด้วยชุดการ  
เรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มี  
ความคิดเห็นต่อการเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ในระดับมาก

## 4. ขอบเขตการวิจัย

### 4.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยและพัฒนา

### 4.2 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน  
หนองคายวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย ที่กำลังศึกษารายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา  
2560 จำนวน 76 คน



**4.3 เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่ หลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร พ.ศ. 2552 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมี 5 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุม (1) ความหมายและหน้าที่หมู่ฟังก์ชัน (2) หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน (3) หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ และ (4) หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

#### **4.4 เครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย**

4.4.1 ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

4.4.2 แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

4.4.3 แบบสอบถามความคิดเห็นนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

#### **4.5 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย**

ระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

### **5. นิยามศัพท์เฉพาะ**

**5.1 ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์** หมายถึง สื่อประสมที่มีการจัดระบบเนื้อหาสาระ และแบบฝึกหัด โดยสอนผ่านคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอด้วยตัวอักษร ภาพ เสียง ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาสาระ แบบฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบหลังเรียน พัฒนาขึ้นเพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี 5 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

**5.2 หมู่ฟังก์ชัน** หมายถึง เนื้อหาในวิชาเคมี ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายกลุ่มที่เน้นวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ หลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร พ.ศ. 2552 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2558 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครอบคลุมเนื้อหาหน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ประกอบด้วยเนื้อหาสาระจำนวน 4 ตอน ได้แก่ (1) ความหมายและหน้าที่หมู่ฟังก์ชัน (2) หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน (3) หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ และ (4) หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

**5.3 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80** หมายถึง การหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยประสิทธิภาพที่วัดออกมาพิจารณาจากร้อยละการทำแบบฝึกปฏิบัติ หรือกระบวนการเรียนกับร้อยละการทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน แสดงค่าเป็นตัวเลข ตามเกณฑ์ 80/80 โดย

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดจากร้อยละของคะแนนแบบฝึกปฏิบัติ เมื่อคิดเป็นร้อยละไม่ต่ำกว่า 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดจากร้อยละของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อคิดเป็นร้อยละไม่ต่ำกว่า 80

**5.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน** หมายถึง คะแนนที่เพิ่มขึ้นจากการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

**5.5 ความคิดเห็นนักเรียน** หมายถึง ทศนคติหรือความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อคุณภาพของการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

**5.6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร** หมายถึง สถานศึกษาขนาดกลางสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ตั้งอยู่บริเวณศูนย์ราชการ อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย เป็นโรงเรียนสหศึกษาเปิดทำการเรียนการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ปัจจุบันมีนักเรียนจำนวน 996 คน มีครูและบุคลากรทางการศึกษา จำนวน 60 คน

## 6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

6.2 ได้แนวทางในการผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหน่วยอื่นๆ

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมเอกสาร วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

1. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์
2. หลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร
3. ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. การทดสอบประสิทธิภาพ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือชุดการสอนอิเล็กทรอนิกส์ จัดเป็นชุดสื่อประสม ประเภทหนึ่งที่มีการพัฒนาโดยใช้คอมพิวเตอร์สำหรับเป็นเครื่องมือหลักในการจัดการเรียนการสอน มีนักการศึกษาศึกษาได้แสดงทัศนะไว้อย่างหลากหลาย นำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้ ความหมายของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ หลักการออกแบบชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ การสร้างชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และความสำคัญของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

##### 1.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และนิคม ทาแดง (อ้างถึงในปองพจน์ ชาญโลหะ, 2547, น. 36) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ชุดสื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก ผลิตอย่างเป็นระบบเพื่อให้เป็นสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะได้สร้างและพัฒนาอย่างมีระบบ โดยการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้าด้วยการกำหนดเนื้อหาสาระ สื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม และการประเมินผล ทำให้นักเรียนเรียนอย่างกระฉับกระเฉงได้รับการเสริมแรงที่เป็นความสำเร็จและความภาคภูมิใจ และได้ใคร่ครวญเรียนรู้ตามลำดับขั้น

## 1.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2546, น.7) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ว่าสามารถจำแนกได้ตามโครงสร้างการประยุกต์หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ และตามการนำเสนอบนจอภาพ ดังนี้

**1.2.1 องค์ประกอบตามโครงสร้างการประยุกต์หลักจิตวิทยาทางการเรียนรู้** ในฐานะชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนหนึ่งของชุดการเรียนรู้ทางไกล จะต้องมียุทธศาสตร์ประกอบตามโครงสร้างการประยุกต์หลักจิตวิทยาการเรียนรู้สำคัญ 6 ประการ คือ (1) แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) (2) สื่อจัดแนวความคิดรวบยอด (Advance Organizer) (3) เนื้อหาสาระ (Body of Content) (4) กิจกรรมหรืองานที่กำหนดให้ทำ (Activities Assignments) (5) แนวตอบ หรือ ผลย้อนกลับ (Feedback) (6) แบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

**1.2.2 องค์ประกอบจำแนกตามการนำเสนอบนจอภาพ** จำแนกตามการนำเสนอบนจอภาพ ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ มียุทธศาสตร์ประกอบ 12 ส่วน คือ (1) หน้าบ้าน (2) ศูนย์การเรียนรู้ (3) ศูนย์ความรู้ (4) แหล่งความรู้เสริมภายนอก (5) ศูนย์ปฏิบัติการ (6) ศูนย์สื่อโสตทัศน์ (7) ศูนย์การประเมินการเรียนรู้ (8) ป้ายประกาศ (9) ห้องสนทนา (10) การติดต่อสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ (11) คำถามพบบ่อย และ (12) ศูนย์ข้อมูลส่วนบุคคล

## 1.3 หลักการออกแบบชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้หลักการในการออกแบบหน้าจอสำหรับการผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

ปวีณา ธิติวรนนท์ (2538, น. 51) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของสีตัวอักษร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่มีผลต่อผู้ใช้ จากงานวิจัยเรื่องสีและขนาดของตัวอักษรบนสีพื้นที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านบนจอคอมพิวเตอร์ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความเห็นต่อสีที่ชอบและการอ่านตัวอักษรได้ง่ายที่มีค่าสูงสุด คือตัวอักษรสีขาวบนพื้นดำในตัวอักษรขนาดเล็ก และตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีจอภาพในครั้งเดียว แต่ควรกำหนดสีเพียงสีเดียวในการแสดงตัวอักษรบนจอ เช่น ขาว เทา และ ดำซึ่งอาจรวมถึงสีเหลือง ส้ม และเขียว

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2545, น. 160) กล่าวว่า หลักการออกแบบหน้าจอ และการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ดังนี้

1) หลักการออกแบบหน้าจอ การออกแบบหน้าจอเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ประสบผลสำเร็จ ถ้าหากมีการออกแบบที่สวยงาม มีผลทำให้นักเรียนมีความสนใจมีการปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ภายในชุดการเรียนรู้ที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ ในการออกแบบหน้าจอต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างการใช้ภาพกราฟิก และข้อความ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเปิดหน้าจอได้รวดเร็ว นอกจากนี้ พื้นที่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์นั้นเล็ก

กว่าหน้าที่พิมพ์ออกมา ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงว่านักเรียนสามารถเปิดดูหน้าจอได้พอดีใน 1 หน้า และการออกแบบเพื่อการอ่านที่ชัดเจน (Readability) มีข้อควรพิจารณาที่สำคัญที่สุดในการออกแบบ การพัฒนาส่วนต่อประสาน และการออกแบบทางทัศนยะได้แก่ ความสามารถในการอ่านเนื้อหาของนักเรียน ที่ต้องออกแบบให้อยู่ในรูปแบบที่อ่านได้ง่ายชัดเจนที่สุด

2) หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ การออกแบบในส่วนของการ ประสานงานกับผู้ใช้เป็นการออกแบบวิธีการเข้าสู่เนื้อหาภายในบทเรียน ให้นักเรียนมีความสะดวกการ ออกแบบการเชื่อมโยงทั้งในลักษณะภายในและภายนอก การออกแบบเครื่องช่วยนำทางต่างๆ รวมถึง การออกแบบสื่อที่นำเสนอเนื้อหาภายในชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็นข้อความภาพและ เสียง หลักการออกแบบในส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้ ดังต่อไปนี้

(2.1) ออกแบบให้เรียบง่าย หน้าจอที่มีประสิทธิภาพมักจะถูกออกแบบให้มีความ เรียบง่าย และหลีกเลี่ยงการออกแบบที่รกหรือเต็มไปด้วยเนื้อหาที่มากเกินไป

(2.2) ออกแบบให้ยืดหยุ่น การออกแบบให้นักเรียนมีอิสระในการเข้าถึงเนื้อหา ที่หลากหลาย จะช่วยให้นักเรียนรู้สึกว่าได้ควบคุมการเรียน รวมทั้งทำให้บทเรียนไม่น่าเบื่อ

(2.3) ควรออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องผ่านการคลิกมากเกินไป

(2.4) ควรมีการสร้างเครื่องช่วยนำทาง (Navigation Aids) ที่ชัดเจน โดยมีการ ใช้ ไอคอน กราฟิก หรือข้อความ สำหรับเชื่อมโยงที่คงที่ (Consistent) และชัดเจน เพื่อให้นักเรียน เกิดความมั่นใจว่าจะสามารถนำทางไปในที่ๆ ต้องการโดยไม่เสียเวลามากเกินไป

(2.5) ควรออกแบบโดยคำนึงถึงความคงที่ (Consistency) ความเรียบง่าย (Simplicity) ดังนั้นส่วนต่อประสานควรใช้ภาพ หรือข้อความที่สื่อความหมายชัดเจนและเป็นเหตุเป็น ผลสำหรับผู้ใช้

(2.6) ควรออกแบบให้ดูน่าเชื่อถือ การออกแบบอย่างประณีต จะทำให้ผู้ใช้ เชื่อถือในสารสนเทศที่นำเสนอบนหน้าจอ ในขณะที่เดียวกันหน้าจอที่ออกแบบอย่างไม่พิถีพิถัน เช่น หน้าจอที่เต็มไปด้วยการพิมพ์ที่ผิดพลาด เป็นต้น จะทำให้ผู้ใช้หมดความเชื่อถือได้เช่นกัน

สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์ และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์ (2546, น.133) กล่าวว่า การ ออกแบบหน้าจอ (Screen design) มีดังนี้

1) ลักษณะของตัวอักษร (Font) กล่าวคือ ตัวอักษรภาษาไทยแบบหัวกลมจำเป็น ที่สุด เพราะได้รับการยอมรับว่าอ่านง่าย ตัวอักษรที่ผู้อ่านคุ้นเคยได้พบเห็นบ่อยๆ จะส่งผลให้อ่านง่าย กว่าตัวอักษรที่ไม่ค่อยพบบ่อยนัก และรูปแบบตัวอักษรที่เป็นมาตรฐานจะทำให้เกิดความสะดวกใน การใช้

2) การจัดวางองค์ประกอบ ที่ได้สัดส่วน สวยงาม ง่ายต่อการใช้ โดยสุกรี รอดโพธิ์ทอง (2544, น.58) เสนอแนะว่าหลักการการออกแบบงานกราฟิกที่ต้องคำนึงความสมดุลของหน้าจอโดยรวม การเปลี่ยนน้ำหนักขององค์ประกอบบนหน้าจอจากซ้ายมาขวา บนลงล่าง อย่างเหมาะสม ผู้ออกแบบจะจัดให้มีความสมดุลกัน องค์ประกอบที่จะช่วยในการจัดสมดุลของจอภาพนี้คือ รายละเอียดทุกอย่างที่เรามองเห็นในกรอบจอภาพ

3) ปุ่มหรือสัญลักษณ์ (Button and Icon) ช่วยให้นักเรียนเข้าไปยังบทเรียนได้ตามความประสงค์ การใช้กราฟิกเป็นปุ่มกำหนดทิศทางจะทำให้ดูน่าสนใจ แต่จะมีข้อเสีย คือ หากใช้ขนาดไม่เหมาะสมอาจใช้เวลาในการถ่ายโอนข้อมูลนาน ดูเกะกะสายตา นอกจากนี้ควรใช้ปุ่มที่แสดงสัญลักษณ์สื่อความหมายได้เข้าใจชัดเจน ปุ่มทุกปุ่มควรเป็นอักขระ รูปแบบเดียวกัน และใช้การแสดงผลพิเศษแบบเดียวกัน ไม่ควรใช้เอฟเฟกต์ในการแสดงปุ่มมากจนผู้ใช้ไม่เข้าใจ ควรมีความสม่ำเสมอในการใช้ปุ่ม และการเลือกใช้ปุ่ม และสัญลักษณ์รวมถึงสัญลักษณ์ต่างๆ เป็นสากล เช่น การกำหนดทิศทางใช้ลูกศร จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจง่าย สะดวกขึ้น

ไฮนิก โมแลนดา และรัสเซล (Heinich Molenda and Russel, 1982 , p. 378) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของตาในการมองภาพจากการออกแบบหน้าจอ พบว่าคนเราจะมองสาระของภาพที่อยู่ในตำแหน่งซ้ายบนเป็นตำแหน่งแรก ถัดมาเป็นซ้ายล่าง ขวาบน และขวาล่าง ตามลำดับนอกจากนี้ ยังเสนอแนะว่า ควรจัดองค์ประกอบของภาพให้มีความสมดุลและเป็นไปตามธรรมชาติของเนื้อหานั้น และจอคอมพิวเตอร์ควรมีเนื้อหาที่เสนอ 3 ใน 4 ของจอภาพ

#### 1.4 การสร้างชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2546, น. 17) ได้กล่าวถึงการผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มี 8 ชั้น ดังนี้

**ชั้นที่ 1 วิเคราะห์และออกแบบเนื้อหา** (Analysis and Design Content) มีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ (1) ศึกษาคำอธิบายรายวิชา (Study Course Description) เป็นการศึกษาข้อกำหนดด้านเนื้อหาสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยศึกษาจากคำอธิบายรายวิชาและวัตถุประสงค์ของวิชา (หากมี) (2) วิเคราะห์เนื้อหาสาระ (Conduct Content Analysis) เป็นการนำคำอธิบายรายวิชามาจำแนกเป็นเนื้อหาย่อย เพื่อให้นักเรียนเรียนจากเวลาที่กำหนด (3) เขียนแผนผังแนวคิด (Write Concept Mapping) เป็นการนำเนื้อหาที่วิเคราะห์ไว้แล้วมาทำแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของแนวคิด (Concept) (4) ออกแบบลำดับเนื้อหา (Design Content Story Board) เป็นการนำเนื้อหาจากแผนผังแนวคิดมากำหนดเป็นลำดับตามระดับจากกว้างไปแคบ เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้เนื้อหาแต่ละระดับมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ทั้งตัวอักษร ภาพ และเสียง

**ขั้นที่ 2 เขียนเนื้อหา** (Write the Content) เป็นขั้นเสนอรายละเอียดเนื้อหาของแต่ละ “หน้า” ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ (1) คำอธิบาย (2) เสียงประกอบ และ (3) มัลติมีเดีย คือ เสนอทั้งภาพและเสียงในรูปแบบเคลื่อนไหว

**ขั้นที่ 3 กำหนดกิจกรรม แนวตอบ และสร้างแบบประเมิน** (Give Assignment/ Feedback and Self-Tests) เป็นขั้นกำหนดกิจกรรม หรืองานที่มอบหมายให้นักเรียนทำระหว่างการศึกษากับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผลงานในขั้นนี้จะไปปรากฏหรือนำไปใช้ 3 แห่ง คือกิจกรรมแบบประเมินก่อนเรียนและแบบประเมินหลังเรียน ส่วนแนวตอบให้แยกหน้านำเสนอแต่ระบุการเข้าถึงไว้ในส่วนเดียวกับแบบประเมินก่อนหรือหลังเรียน

**ขั้นที่ 4 ผลิตงานเสียงและภาพ** (Produce Sound and Image Works) เป็นส่วนที่จะขยายความเข้าใจในเนื้อหาสาระ ด้วยการใส่เสียงและภาพ การใส่เสียงเพื่อใช้อธิบายหรือคำบรรยายนำเรื่อง หรือบรรยายภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวเพื่อใช้แสดงกระบวนการที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวอักษรหรือการอธิบายด้วยเสียง โดยใช้ภาพจากเทปภาพ หรือ ภาพเคลื่อนไหวที่ผลิตจากโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ ภาพผู้สอน ภาพกระบวนการทำงาน ภาพเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ สารคดี เป็นต้น

**ขั้นที่ 5 จัดทำคู่มือการเรียน** (Write Study Guide and/or Course Bulletin) เป็นการจัดทำเอกสารคู่มือการเรียน (Study Guide) สำหรับใช้เป็นเอกสารแนะนำขั้นตอนการเรียน ทั้งจากเครือข่าย และจากสื่ออื่น

**ขั้นที่ 6 ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงบทเรียน** (Construct Developmental Testing and Revise E-Package) เป็นขั้นการนำชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ไปตรวจสอบว่า จะทำให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้น เกิดการเรียนตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ และเป็นที่พึงพอใจของผู้สอน และนักเรียนหรือไม่

**ขั้นที่ 7 นำเสนอและถ่ายทอดการสอน** (Delivery Course Content) เป็นการเปิดสอนวิชาทั้งหมด หรือบางส่วนที่จัดทำในรูปแบบชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นอยู่กับการออกแบบว่าจะใช้ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ในแบบใดจาก 2 แบบ คือ (1) ใช้เป็นสื่อหลัก คือ เรียนจากชุดการเรียน และ (2) ใช้เป็นสื่อแบบคู่ขนาน คือ ให้นักเรียนเป็นผู้เลือกว่า จะเรียนช่องทางใด

**ขั้นที่ 8 ติดตามและประเมินการสอน** (Monitoring and Evaluate E-Learning Packages) เป็นการติดตามผลการสอน และประเมินการสอน ทั้งระหว่างสอน และหลังจากสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ให้ดีขึ้นก่อนที่จะใช้ในการสอนภาคการศึกษาต่อไป

**สรุปได้ว่า** การผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มี 8 ชั้น คือ (1) วิเคราะห์และออกแบบเนื้อหา (2) เขียนเนื้อหา (3) กำหนดกิจกรรม แนวตอบและสร้างแบบประเมิน (4) ผลิตงานเสียงและภาพ (5) จัดทำคู่มือการเรียนรู้ (6) ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงบทเรียน (7) นำเสนอและถ่ายทอดการสอน และ (8) ติดตามและประเมินการสอน

### 1.5 ความสำคัญของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ มีความสำคัญดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2546, น.11)

**1.5.1 ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น** คือ ช่วยให้เกิดมีการปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ทักทาย ให้กำลังใจ และให้ข้อมูลที่จำเป็น คล้ายกับว่าเป็นการเรียนกับผู้สอน การมีปฏิสัมพันธ์ลักษณะจะเป็นประโยชน์อย่างสูงในกรณีที่มีนักเรียนจำนวนมาก การเรียนในระบบทางไกล การเรียนด้วยตนเอง และการเรียนที่นักเรียน และผู้สอนมีข้อจำกัดด้านเวลา และสถานที่

**1.5.2 ช่วยให้นักเรียนเลือกกระบวนการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น** ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยเพิ่มช่องทางการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกใช้เพื่อสอดคล้องกับความต้องการของแต่ละคน

**1.5.3 ช่วยสนองตอบความต้องการของนักเรียนแต่ละคน** ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มีความยืดหยุ่นเป็นพิเศษในด้านสถานที่และเวลาที่นักเรียนต้องการจะใช้ความสะดวกในด้านสถานที่ อาจศึกษาบทเรียนที่ทำไว้ในระบบเครือข่าย หรือทำไว้ในรูปของซีดีรอม นักเรียนสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมได้

**สรุปได้ว่า** ความสำคัญของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ คือ (1) ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น (2) ช่วยให้นักเรียนเลือกกระบวนการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบมากขึ้น และ (3) ช่วยสนองตอบความต้องการของนักเรียนแต่ละคน

## 2. หลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังนี้ สารและมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับวิชาเคมี คำอธิบายรายวิชาเคมี 5 คุณภาพผู้เรียน จิตวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และหมูฟังก์ชัน

### 2.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับวิชาเคมี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ทุก



ขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น (หนองคายวิทยาคาร, 2558) โดยวิชาเคมีจัดอยู่ในขอบข่าย สารที่ 3 และเกี่ยวข้องกับสารที่ 8 ดังนี้

### สารที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

## 2.2 คำอธิบายรายวิชาเคมี 5

วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 เป็นรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เวลาเรียน 60 ชั่วโมงต่อภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ศึกษาความหมายของสารประกอบอินทรีย์และเคมีอินทรีย์ การเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อแบบผสม แบบใช้เส้นและมุม ทดลองการเกิดไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์และหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะของเอทานอลและกรดแอสติก ศึกษาหมู่ฟังก์ชัน การจำแนกประเภทของสารประกอบอินทรีย์ โครงสร้าง การเขียนสูตร การเรียกชื่อ แนวนอนของจุดหลอมเหลวและจุดเดือด การละลายน้ำ ปฏิกิริยาบางชนิด การนำไปใช้ประโยชน์และอันตรายของสารประกอบอินทรีย์

ป ร ะ เ ภ ท แ อ ล เ ค น  
แอลคีน แอลคีน แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอมีน และเอไมด์ รวมทั้งศึกษาการทดลองสมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การเตรียมเอสเทอร์จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันและปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอสเทอร์

ศึกษาการเกิดและองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียม กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ เลขออกเทน เลขซีเทน อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและการใช้ประโยชน์ของเคมีภัณฑ์ ศึกษาประเภทของพอลิเมอร์และปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ ศึกษาสมบัติของพลาสติกชนิดต่างๆ การเตรียมเส้นใยกึ่งสังเคราะห์จากเส้นใยธรรมชาติ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่นำมาใช้

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมและปลอดภัย มลพิษที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางในการป้องกัน

ศึกษาธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก โครงสร้าง ชนิด หน้าที่ แหล่งที่พบและประโยชน์ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิดและกรดนิวคลีอิก ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการทดสอบโปรตีนในอาหาร ศึกษาสมบัติ การทำงานและการเรียกชื่อของเอนไซม์ ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของเอนไซม์ และปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ศึกษาและทดลองการแปลงสภาพโปรตีน สมบัติบางประการและปฏิกิริยาเฉพาะของคาร์โบไฮเดรต การละลายของน้ำมันและไขมันในตัวทำละลายบางชนิด ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของน้ำมันซึ่งเป็นเอสเทอร์ด้วยสารละลายเบส ศึกษาความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สารชีวโมเลกุล โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

### 2.3 คุณภาพผู้เรียน

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาตามหลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

- 2.3.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
- 2.3.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
- 2.3.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 2.3.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 2.3.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
- 2.3.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- 2.3.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
- 2.3.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
- 2.3.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- 2.3.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
- 2.3.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
- 2.3.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
- 2.3.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
- 2.3.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- 2.3.15 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
- 2.3.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
- 2.3.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย
- 2.3.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น
- 2.3.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

2.3.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

#### 2.4 จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific mind / Scientific attitudes)

จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษา หาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

#### 2.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2558 มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

**2.5.1 ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

**2.5.2 ความสามารถในการคิด** เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

**2.5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

**2.5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต** เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและ

ความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

**2.5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี** เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

## 2.6 หมู่ฟังก์ชัน

**หมู่ฟังก์ชัน (Functional Groups)** หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ และมักใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

**หมู่ฟังก์ชัน** มีหน้าที่ดังนี้

1) หมู่ฟังก์ชันทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละชนิด

2) ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของสารอินทรีย์

**หมู่ฟังก์ชัน (Functional Groups)** ในสารอินทรีย์มีหลายชนิด และสารอินทรีย์บางชนิดมีหมู่ฟังก์ชันได้หลายหมู่ ทำให้สารอินทรีย์มีความหลากหลายและเกิดปฏิกิริยาได้หลายแบบ ซึ่งนักเรียนพอจะทราบแล้วว่าหมู่ฟังก์ชันสามารถใช้จำแนกประเภทของสารอินทรีย์ออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ การเรียนในขั้นนี้ จะแบ่งหมู่ฟังก์ชันออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

### 1. หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน มี 2 ชนิด ดังนี้

1) หมู่พันธะคู่ ( $C=C$ ) พบในสารประเภทแอลคีน(Alkene) ตัวอย่างเช่น อีทีน( $C_2H_4$ )

2) หมู่พันธะสาม ( $C\equiv C$ ) พบในสารประเภทแอลไคน์(Alkyne) ตัวอย่างเช่น อีไทน์( $C_2H_2$ )

### 2. หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ มี 6 ชนิด ดังนี้

1) หมู่ไฮดรอกซิล ( $-OH$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท แอลกอฮอล์และฟีนอล เช่น เอทานอล ( $C_2H_6O$ )

2) หมู่แอลคอกซี หรือ หมู่ออกซี ( $-O-$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท อีเทอร์ เช่น เมทอกซีมีเทน

3) หมู่คาร์บอกซิล ( $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-OH \end{array}$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท กรดอินทรีย์ หรือกรดคาร์บอกซิลิก เช่น กรดเอทานอิกหรือกรดแอสติก

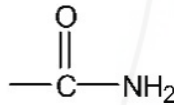
4) หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล ( $\begin{array}{c} O \\ || \\ R-C-OR' \end{array}$ ) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท เอสเทอร์ เช่น เมทิลเอทานอเอต

5) หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์ (  $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—H}$  ) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท แอลดีไฮด์ เช่น เมทานาล

6) หมู่คาร์บอนิล (  $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$  ) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท คีโตน เช่น โพรพานอน

### 3. หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มี 2 ชนิด ดังนี้

1) หมู่เอมิโน (-NH<sub>2</sub>) พบในสารอินทรีย์ประเภทเอมีน เช่น เมทานามีน (CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub>)



2) หมู่เอไมด์ ( ) พบในสารอินทรีย์ประเภทเอไมด์ เช่น เมทานาไมด์ เอทานาไมด์

## 3. ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชาเคมี เป็นวิชาในขอบข่ายวิทยาศาสตร์ ดังนั้นแนวการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีจึงใช้แนวคิด หลักการและกระบวนการเรียนการสอนเช่นเดียวกับวิชาวิทยาศาสตร์ กรมวิชาการ (2545, น. 22-25) กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่าพัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่าง ๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้แก่ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของ บรูเนอร์ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของวิกอทสกี

### 3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 25-26) ได้สรุปทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และการประยุกต์ใช้ ดังนี้

#### 1) ทฤษฎีการเรียนรู้

(1) พัฒนาทางการสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัย ซึ่งแบ่งได้ 4 วัยดังนี้  
 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) มีอายุอยู่ในช่วง 0-2 ปี  
 ขั้นก่อนปฏิบัติการการคิด (Preoperational period) มีอายุอยู่ในช่วง 2-7 ปี โดยทั้ง 2 ขั้นนี้จะมีการรับรู้และการกระทำ

ส่วนขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) มีอายุอยู่ในช่วง 7-11 ปี ขั้นนี้ นอกจากเรียนรู้แบบรูปธรรมได้ ยังสามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ด้วย ขั้นสุดท้ายเป็นขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) มีอายุอยู่ในช่วง 11-15 ปี ขั้นนี้คิดเป็นนามธรรม ตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

(2) ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

(3) กระบวนการทางสติปัญญา มีลักษณะการซึมซับหรือการดูดซึม

(assimilation) และการปรับและการจัดระบบ (accommodation)

การซึมซับหรือดูดซับ เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์เรื่องราว และข้อมูลต่างๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

การปรับและการจัดระบบ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสาน กลมกลืน จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็เกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

2) การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จัดทำได้ดังนี้

(1) การพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดประสบการณ์ ให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเขา ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัย เพราะจะทำให้เด็กเกิดเจตคติที่ไม่ดีในสิ่งที่เรียน และการจัดประสบการณ์ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

ก. การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขั้นได้

ข. เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากันแต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

ค. ผู้สอนควรสอนสิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่างๆ ได้ดีขึ้น

(2) การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะของเด็ก

(3) ในการสอนเด็กเล็กๆ เขาจะรับรู้ส่วนรวม (whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (part) ดังนั้น ผู้สอนจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

(4) ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยเด็กซึมซับและจัดระบบความรู้ได้ดี

(5) การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์แล้วมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากๆ จะช่วยให้เด็กซึมซับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญา และพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้ดี

### 3.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner) เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 27-28) ได้สรุปแนวคิด/ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ และการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

#### 1) แนวคิด/ทฤษฎีการเรียนรู้

(1) การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กมีผลต่อการจัดการเรียนรู้ของเด็ก

(2) การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

(3) การคิดแบบหยั่งรู้ (intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

(4) แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้

(5) ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของมนุษย์แบ่งเป็น 3 ชั้นใหญ่ๆ

ก. ชั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือชั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่างๆ การลงมือกระทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดี

ข. ชั้นการเรียนรู้จากการคิด (Iconic stage) เป็นชั้นที่เด็กสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้

ค. ชั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์ และนามธรรม (Symbolic stage) เป็นชั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมได้

(6) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

(7) การเรียนรู้ได้ผลดีที่สุด คือ การให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

#### 2) การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้



(1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

(2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

(3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

(4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

(5) ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน

(6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

### 3.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของวิกทอทสกี

คิดค้นโดยวิกทอทสกี (Vygotsky) ซึ่งผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซีย และเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆในยุโรป มีทฤษฎีการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งซัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 37-39) ได้สรุปดังนี้

#### 1) ทฤษฎีการเรียนรู้

วิกทอทสกี (Vygotsky) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก โดยสถาบันสังคมต่างๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางชีวปัญญาของแต่ละบุคคล ส่วนภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาชีวปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน

วิกทอทสกี เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ แนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of proximal development” หรือ “Zone of proximal growth” ที่วิกทอทสกีเสนอ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (linear) หรืออยู่ในแนวเดียวกันเปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ

นอกจากนี้ วิกทอทสกี ยังมีความเชื่อว่าการให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะของ “assisted learning” หรือ “scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้

#### 2) การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำได้ดังนี้

(1) ผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

(2) การเรียนรู้ทักษะต่างๆจะต้องมีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาได้จริง

(3) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น

(4) ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (socio moral) ให้เกิดขึ้น โดยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้

(5) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนควรมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้

(6) ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้”(instruction) ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้”(construction)ต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

(7) การประเมินผล ควรมีลักษณะที่ยืดหยุ่นในแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเอง ด้วยการวัดผลต่ออาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยบริบทกิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องจำลองของจริงก็สามารถทำได้แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง (real world criteria) ด้วย

สรุปแนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนการสอนที่เน้นทางด้านสติปัญญานำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของวิกทอทสกี ซึ่งจะมี

การจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกันจึงสามารถบูรณาการรวมกันได้ โดยจะพบว่าแนวคิดหรือทฤษฎีส่วนใหญ่จะเปลี่ยนบทบาทหน้าที่ของผู้สอน ให้เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อกระตุ้นสติปัญญาของผู้เรียน ในด้านต่างๆไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา ด้านการใช้เหตุผล หรือแม้แต่การเข้าใจตนเองและผู้อื่น ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับผู้สอนที่จะดำเนินการให้ห้องเรียนของตนเองเกิดบรรยากาศดังกล่าว

### 3.4 กระบวนการเรียนรู้วิชาเคมี

การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีได้นำทฤษฎีการสอนทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากวิชาเคมีนับเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ซึ่งวิธีสอนหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้มีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุดเหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ (ภพเลาห์ไพบูลย์ 2543, น. 123) วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชามีดังต่อไปนี้

**3.4.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)** ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)
- 4) ขั้นขยายความรู้ (elaboration)
- 5) ขั้นประเมิน (evaluation)

### 3.4.2 กิจกรรมคิดและปฏิบัติ (Hand-on Mind-on Activities)

นักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์แนะนำให้ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือได้ทำการทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็ จะเกิดความคิดและคำถามที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าว จะทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย หาข้อสรุป และการศึกษาต่อไป กิจกรรมลักษณะนี้จึงส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิด นำมาสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยความเข้าใจและเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

### 3.4.3 กระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและการปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือ

วิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา การแก้ไขปัญหามักทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้ และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น ซึ่งมีกระบวนการในการแก้ปัญหามาตามขั้นตอน ต่อไปนี้

- 1) ทำความเข้าใจปัญหา
- 2) วางแผนแก้ปัญหา
- 3) ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล
- 4) ตรวจสอบการแก้ปัญหา

### 3.4.4 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกันในกลุ่ม นักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกของกลุ่ม และการที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้ดี แต่การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องมีรูปแบบหรือการจัดระบบอย่างดี นักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวางเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ รวมทั้งวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วย

สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครอบคลุม 1) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 2) กิจกรรมคิดและปฏิบัติ 3) กระบวนการแก้ปัญหา 4) การเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ ดังนั้นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรเลือกวิธีสอน หรือกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้วยตนเองมากที่สุด อาจเลือกใช้วิธีสอนใดวิธีหนึ่ง หรือนำหลายวิธีมาผสมผสานกัน เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาและสภาพการณ์โดยทั่วไปในชั้นเรียน

### 3.5 การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนการสอนเคมี

ทวิศักดิ์ จินตานุรักษ์ (2559, น. 574) กล่าวว่า ปัจจุบันมีการใช้สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์มาประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในระยะแรกเป็นการใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีมากขึ้น จึงมีการนำเสนอเนื้อหาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีช่องทางในการศึกษาเนื้อหาได้ทั้งในแบบออนไลน์และแบบออฟไลน์ โดยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย (1) เว็บไซต์ (2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ (3) บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (4) ลอม (LOM) (5)ความเป็นจริงเสมือน (AR) มีรายละเอียดลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์แต่ละประเภท ดังนี้

**3.5.1 เว็บไซต์** ทวิศักดิ์ จินตานุรักษ์ (2559, น. 574) กล่าวว่า เว็บไซต์เป็นแหล่งความรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบเว็บไซต์ (Website) และ บล็อก (Blog) ใช้นำเสนอเนื้อหาด้วยข้อความ ภาพ วิดิทัศน์ ภาพแอนิเมชัน และสื่อมัลติมีเดีย ผู้สอนสามารถนำเว็บไซต์มาใช้ในการ

จัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ทั้งการนำเนื้อหาจากเว็บไซต์มาใช้เสริมการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน การนำเว็บไซต์ที่น่าสนใจให้ผู้เรียนใช้เป็นแบบอย่างในการพัฒนาเว็บไซต์ การฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต การมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาด้วยตนเองนอกชั้นเรียน และการสอนทดแทนผู้สอน สำหรับสถานศึกษาที่ขาดแคลนผู้สอน

**3.5.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559, น. 575) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนมากเป็นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเป็นรายบุคคลเสริมจากการเรียนในชั้นเรียนปกติ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกปฏิบัติ และแบบสถานการณ์จำลองเพื่อให้ผู้เรียนทบทวนและทำกิจกรรม ด้านทักษะพิสัย และการมอบหมายกิจกรรมให้ผู้เรียนผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นผลงานประกอบการเรียนในชั้นเรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้มี 2 ประเภท คือ (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอน และ (2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกปฏิบัติ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 ประเภทนี้อาจใช้สถานการณ์จำลอง และเกมในการนำเสนอเนื้อหาและสอดแทรกความสนุกสนานให้กับผู้เรียน

วนิดา ฉัตรวิราคม (2554, น. 133) ได้นำเสนอแนวทางเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

- 1) การใช้ CAI ควรใช้เป็นการทบทวนบทเรียน
- 2) การใช้ CAI ควรใช้เป็นการสอนซ่อมเสริมสำหรับผู้เรียนบางคนที่ไม่สามารถเรียนในห้อง
- 3) การใช้ CAI ผู้สอนควรแนะนำการใช้ให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4) การใช้ CAI สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนและเสริมแรงผู้เรียนได้
- 5) การใช้ CAI สามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดเชิงเหตุผลได้

**3.5.3 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต** ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์ (2559, น. 575) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ส่วนมากมีการใช้ 2 ประเภท คือ (1) การใช้เนื้อหาที่มีผู้นำเสนอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งความรู้เสริมการสอนในชั้นเรียน และ (2) การใช้เนื้อหาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้สอนพัฒนาขึ้น

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่วนมากมีการจัดทำเป็นลักษณะของชุดการเรียน ชุดการสอนที่จำลองกระบวนการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ มีการกำหนดรายละเอียดที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ คำแนะนำการเรียน คำแนะนำการใช้แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาในลักษณะของหน่วยการเรียน แบบฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบหลังเรียน โดยมีการใช้เครื่องมือสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อาทิ กระดานสนทนา ไปรษณีย์

อิเล็กทรอนิกส์เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนที่เรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2545, น. 16-17) กล่าวว่าสามารถใช้ e-Learning ประกอบการเรียนรู้ได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1) สื่อเสริม (Supplementary) หมายถึง การนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะสื่อเสริมเนื้อหาที่จะปรากฏในลักษณะ e-Learning แล้วผู้เรียนยังสามารถศึกษาเนื้อหาเดียวกันนี้ในลักษณะอื่นเช่นเอกสารประกอบการสอนจาก วิดีทัศน์ ฯลฯ การใช้ e-Learning ในลักษณะนี้เท่ากับว่าผู้สอนเพียงแต่ต้องการจัดหาทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงเนื้อหาเพื่อให้ประสบการณ์พิเศษเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนเท่านั้น

2) สื่อเติม (Complementary) หมายถึงการนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะเพิ่มเติมจากวิธีการสอนในลักษณะอื่นๆ เช่น นอกจากการบรรยายในห้องเรียนแล้ว ผู้สอนยังออกแบบเนื้อหาให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจาก e-Learning

3) สื่อหลัก (Comprehensive Replacement) หมายถึงการนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะแทนที่การบรรยายในห้องเรียนผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาออนไลน์ ในปัจจุบัน e-Learning ส่วนใหญ่ในต่างประเทศจะได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้เป็นสื่อหลักสำหรับแทนครูในการสอนทางไกล ด้วยแนวคิดที่ว่ามัลติมีเดียที่นำเสนอทาง e-Learning สามารถช่วยในการถ่ายทอดเนื้อหาได้ใกล้เคียงกับการสอนจริงของผู้สอนโดยสมบูรณ์ได้

**3.5.4 LOM (Learning Object Module)** ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559, น. 576) กล่าวว่า LOM เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่งที่น่าสนใจเนื้อหาแบบสั้นๆ เพียงวัตถุประสงค์เดียว เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจเฉพาะวัตถุประสงค์นั้น ใช้เวลาในการศึกษา ไม่นานประมาณ 5-7 นาที

**3.5.5 ความเป็นจริงเสมือน (Augmented Reality, AR)** ทวีศักดิ์ จินदानุรักษ์ (2559, น. 577) เป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกของความจริง (real) เข้ากับโลกเสมือน (virtual) ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุสามมิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงๆ ในโลกของความจริง ผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่นๆ และให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง (real time) ซึ่งในอนาคตอันใกล้ AR กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนรู้โดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเรียนรู้โดยใช้ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การเรียนรู้โดยวัตถุ และความเป็นจริง

เสมือน ซึ่งการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์จะมีบทบาทมากขึ้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

#### 4. การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ทฤษฎีและระเบียบวิธี เช่นเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนหรือชุดการสอนครอบคลุม (1) ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ (2) ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ (3) กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (4) การคำนวณหาประสิทธิภาพ (5) ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ และ (6) การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ

##### 4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.7 ) โดยได้ให้ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอน ดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพการใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามที่กำหนดใน 3 ประเด็นคือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนจะผลิตออกมาเผยแพร่จำนวนมาก

##### 4.2 ความจำเป็นของการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น.7) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

**4.2.1 สำหรับหน่วยงานที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอน** เป็นการประกันคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะในการลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการหาประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว หากผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

**4.2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อหรือชุดการสอน** สื่อหรือชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพจะทำให้หน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

ตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องสอนแทนผู้สอน ดังนั้น ก่อนนำชุดการเรียนไปใช้ ผู้สอนควรมั่นใจว่าชุดการเรียนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนจริง การหาประสิทธิภาพตามลำดับชั้นจะช่วยให้เราได้สื่อหรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**4.2.3 สำหรับผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน** การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุลงในชุดการสอนมีเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ ช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลา และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

### 4.3 กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520, น. 135) กล่าวว่า เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดการเรียนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ผู้ผลิตชุดการเรียนพึงพอใจว่า หากชุดการเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับขั้นแล้ว ชุดการเรียนก็มีคุณค่านำไปสอนนักเรียน และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนด ค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)  $E_2$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

**4.3.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง** (Transition Behavior) คือ การประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “ กระบวนการ ” (Process) ของนักเรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคลได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

**4.3.2 ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย** (Teminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่

ประสิทธิภาพของชุดการเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า นักเรียนจะเปลี่ยนเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปรกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติศึกษาตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักจะได้ผลเท่านั้น

**สรุปได้ว่า** การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ ระดับประสิทธิภาพของชุดการเรียนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนเป็นทั้งพฤติกรรมต่อเนื่อง ( $E_1$ ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ( $E_2$ )



**4.4 การคำนวณหาประสิทธิภาพ** ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น.10) ได้กำหนดสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพ สูตร  $E_1/E_2$  ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left( \frac{\sum X}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum X$  คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์  
 $N$  คือ จำนวนผู้เรียน  
 $A$  คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

$$E_2 = \frac{\left( \frac{\sum F}{N} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum F$  คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน  
 $N$  คือ จำนวนผู้เรียน  
 $B$  คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยผลการทดสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

#### 4.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520, น.137) กล่าวว่า เมื่อผลิตชุดการเรียนรู้ขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพเบื้องต้นตามขั้นตอน ดังนี้

**4.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว** คือ ทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยใช้ นักเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปรกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้นี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่มในขั้นนี้  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

**4.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม** คือ การทดลองกับนักเรียน 6-10 คน (คละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของ

นักเรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ  $E_1/E_2$  ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

**4.5.3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม** คือ การทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40-100 คน ควรเลือกห้องเรียนที่มีนักเรียนคละกัน ที่มีระดับผลการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพโดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

**สรุปได้ว่า** ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ ประกอบด้วย (1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และ (3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม

#### 4.6 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล (2520, น.142) กล่าวถึง การยอมรับประสิทธิภาพ ให้ถือค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 2.5 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ ไม่ควรต่ำ หรือสูงกว่า  $\pm 2.5\%$  การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ จะยอมรับได้เมื่อมีค่าเท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ซึ่งกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

**4.6.1 สูงกว่าเกณฑ์** เมื่อประสิทธิภาพชุดการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป ต้องปรับกิจกรรมและแบบทดสอบ และทดลองใหม่ หากค่ายังสูงเกิน 2.5% ต้องปรับเกณฑ์ให้สูงขึ้น

**4.6.2 เท่าเกณฑ์** เมื่อประสิทธิภาพชุดการเรียน เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน  $\pm 2.5\%$

**4.6.3 ต่ำกว่าเกณฑ์** เมื่อประสิทธิภาพชุดการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าต่ำกว่า 2.5%

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยมีเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ 3 เกณฑ์ คือ เท่าเกณฑ์ 80/80 สูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ( $\pm 2.5\%$ )

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ในวิชาเคมี การวิจัยเกี่ยวกับการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้อิเล็กทรอนิกส์ หรือเรื่องที่ใกล้เคียงเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในครั้งนี้ รวบรวมและนำเสนอ ดังนี้

มัชฌิมา เหล่าอรระคะ (2552) ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ  $80.53/81.13$  มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งรัชณี อินตาคำ (2552) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $80/80$  นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเกิดจาก (1) การศึกษาบทเรียนในรูปแบบสื่อประสมของนักเรียน และ (2) การประกอบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.50$ ) สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

วิจิตร สมบัติวงศ์ (2549) วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E - Learning ) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E - Learning) ด้านประโยชน์ของการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ด้านรูปแบบการเรียนรู้ ด้านองค์ประกอบที่มีต่อการเรียนรู้ และโดยรวมอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษาผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ในวิชาเคมี ยังไม่มีผู้ใดเผยแพร่ แต่พบว่ามีงานวิจัยที่ใกล้เคียงซึ่งอยู่ในขอบข่ายกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือ (1) รุ่งรัชณี อินตาคำ (2552) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 1 และ (2) มัชฌิมา เหล่าอรระคะ (2552) ทำการ

วิจัย เรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม และ (3) วิจิตร สมบัติวงศ์ (2549) วิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลจากแนวคิดทฤษฎีในการผลิตและการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นเพื่ออ้างอิงสมมติฐาน ว่าการพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชาเคมี ที่มีการผลิตอย่างเป็นระบบ ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่ออย่างถูกต้องตามหลักการและขั้นตอนแล้ว จะได้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชาเคมีที่มีประสิทธิภาพ สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน มีทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน และมีความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ในระดับเห็นด้วยมาก



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จังหวัดหนองคายที่กำลังศึกษารายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 76 คน

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จังหวัดหนองคายที่กำลังศึกษารายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) มีขั้นตอนการสุ่มดังนี้

**1.2.3 แบ่งกลุ่มนักเรียน** เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพ โดยจำแนกตามผลการเรียนของนักเรียน รายวิชาเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีเกณฑ์ในการจำแนกผลการเรียนดังนี้ คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนในวิชาเคมี ระดับดี คือได้ระดับผลการเรียน 4.00 จำนวน 14 คน ปานกลางคือได้ผลการเรียนระดับ 2.50-3.50 จำนวน 16 คน และต่ำ คือได้ผลการเรียนระดับ 1.00-2.00 จำนวน 9 คน รวมจำนวน 39 คน

**1.2.4** *กลุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว* ได้นักเรียนจำนวน 3 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก ดังนี้ คือ ผลการเรียนรู้ จำนวน 1 คน ปานกลาง จำนวน 1 คน และต่ำ จำนวน 1 คน รวมจำนวน 3 คน

**1.2.5** *กลุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม* ได้นักเรียนจำนวน 6 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบจับฉลาก ดังนี้ คือ ผลการเรียนรู้ จำนวน 2 คน ปานกลาง จำนวน 2 คน และต่ำ จำนวน 2 คน รวมจำนวน 6 คน

**1.2.6** *กลุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม* ได้นักเรียนจำนวน 30 คน ที่มีผลการเรียนรู้ จำนวน 11 คน ปานกลาง จำนวน 13 คน และต่ำ จำนวน 6 คน รวมจำนวน 30 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน (2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

### 2.1 ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ชุด โดยยึดระบบการผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ของศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2546, น. 16) โดยแบ่งเนื้อหาวิชาเคมีเป็น 3 หน่วย ผู้วิจัยเลือกหน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน เนื่องจากเรื่องหมู่ฟังก์ชันเป็นเรื่องที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมแสดงให้เห็นได้ยาก การใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพเป็นรูปธรรมชัดเจนและเข้าใจมากขึ้น มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบเนื้อหา

ศึกษาคำอธิบายรายวิชา (Study Course Description) และผลการเรียนรู้ของวิชาวิเคราะห์เนื้อหาสาระ (Conduct Content Analysis) เป็นการนำคำอธิบายรายวิชา มาจำแนกเป็นเนื้อหาย่อย เพื่อให้ผู้เรียนเรียนตามเวลาที่กำหนด โดยแบ่งเนื้อหาวิชาเคมีเป็น 3 หน่วย ได้แก่ เคมีอินทรีย์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สารชีวโมเลกุล ผู้วิจัยเลือกหน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ โดยการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเนื้อหาที่เลือกมานั้นมีความเป็นนามธรรม มีความคิดรวบยอดสั้น ๆ มุ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เหมาะสมกับเวลาจำนวน 2 ชั่วโมง จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำมาสร้างชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้

ตารางที่ 3.1 รายชื่อหน่วยและเรื่องในรายวิชาเคมี

ชื่อหน่วย	เรื่อง	พฤติกรรมที่ประเมิน
<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content;">           คัดเลือกหน่วย เนื้อหาโดยการ เลือกแบบเจาะจง         </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: 100px;">           หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์         </div>	1.1 พันธะของคาร์บอน	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	1.2 หมู่ฟังก์ชัน	พุทธิพิสัย
	1.2.1 ความหมายและหน้าที่ของ หมู่ฟังก์ชัน	
	1.2.2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน	
	1.2.3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็น องค์ประกอบ	
	1.2.4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็น องค์ประกอบ	
	1.3 สารประกอบโคโรคาร์บอน	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	1.4 สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุ ออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	1.5 สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุ ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ	พุทธิพิสัย
	1.6 สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุ ออกซิเจนและไนโตรเจนเป็น องค์ประกอบ	พุทธิพิสัย
หน่วยที่ 2 เชื้อเพลิงซากดึกครพ์ และผลิตภัณฑ์	2.1 ถ่านหิน	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	2.2 หินน้ำมัน	พุทธิพิสัย
	2.3 ปิโตรเลียม	พุทธิพิสัย
	2.4 พอลิเมอร์	พุทธิพิสัย

## ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชื่อหน่วย	เรื่อง	พฤติกรรมที่ประเมิน
หน่วยที่ 3 สารชีวโมเลกุล	2.5 ภาวะมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	3.1 คาร์โบไฮเดรต	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
	3.2 กรดนิวคลีอิก	
	3.3 ลิพิด	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย

**ขั้นที่ 2 เขียนแผนการสอน**

การเขียนแผนการสอน ประกอบด้วย หัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การประเมินผล

**ขั้นที่ 3 กำหนดหัวเรื่อง**

**หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน** แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

**ขั้นที่ 4 กำหนดแนวคิด**

เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน แบ่งเป็น 4 แนวคิดหลักตามจำนวนตอนจัดทำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ และตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

**ขั้นที่ 5 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม**

มีจำนวน 4 ข้อ สอดคล้องกับหัวเรื่อง และเนื้อหา

**ขั้นที่ 6 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้** ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) ขั้นทดสอบก่อนเรียน (2) ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ศึกษาบทเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติ ตรวจสอบกิจกรรม และ (3) ขั้นทดสอบหลังเรียน



**ชั้นที่ 7 กำหนดแนวทางการประเมิน** กำหนดให้มีการประเมิน 3 ประเภท ได้แก่

(1) การประเมินจากแบบทดสอบก่อนเรียน (2) การประเมินจากกิจกรรมระหว่างเรียน และ (3) การประเมินจากแบบทดสอบหลังเรียน

**ชั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน** แบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด

เลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน และแบบฝึกปฏิบัติ

**ชั้นที่ 9 จัดทำเนื้อหาสาระ** ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ภาพนิ่ง

และเสียง โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) ชื่อเรื่อง วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ได้แก่ การอธิบายรายละเอียดของ วัตถุประสงค์ และสรุปเนื้อหาท้ายเรื่อง โดยนำแนวคิดมาสรุป

(2) ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพสูตรโครงสร้างของสาร มีประจำทุกหัวเรื่อง มี 5-15 ภาพ

(3) เสียง ได้แก่ เสียงดนตรีประกอบคลิปวิดีโอ

**ชั้นที่ 10 กำหนดกิจกรรม** กำหนดให้มีกิจกรรมประจำอยู่ทุกหัวเรื่อง ประเภทของ

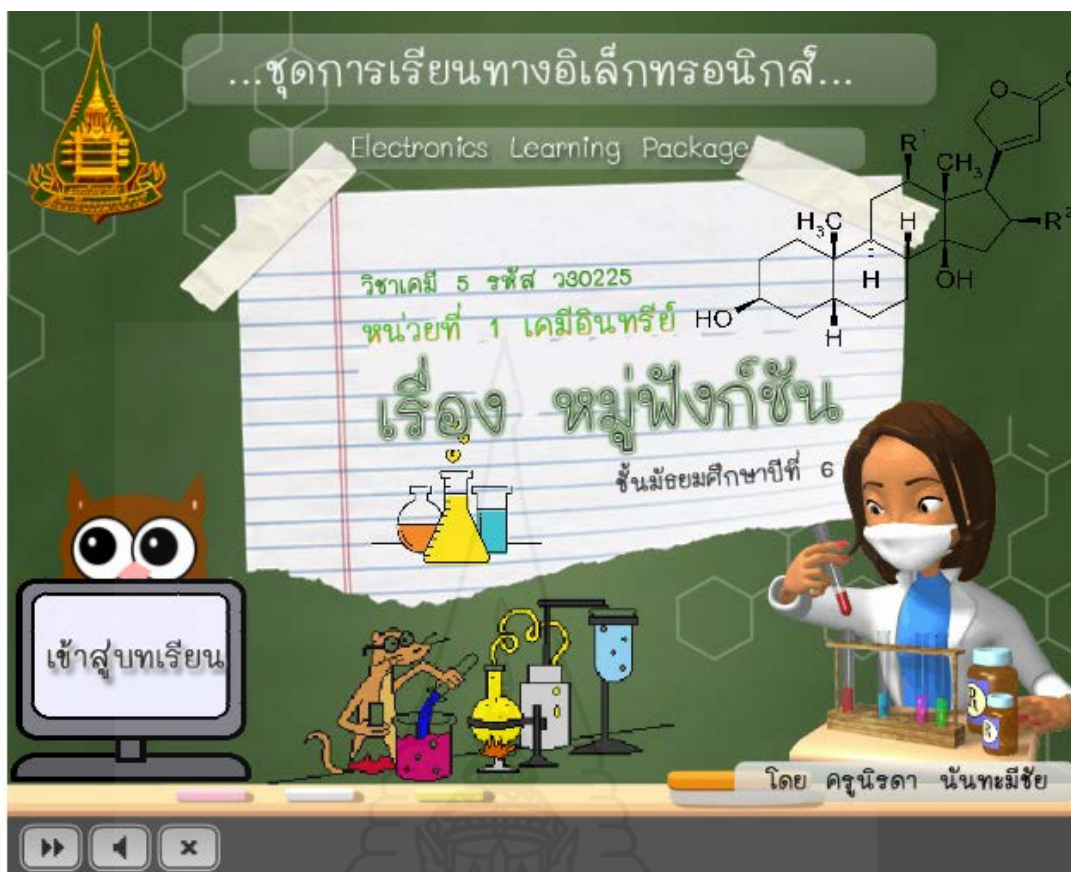
กิจกรรมที่ใช้ คือ แบบฝึกปฏิบัติแบบปรนัยแบบถูกหรือผิด แบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก แบบจับคู่ แต่ละแบบฝึกมี 5-10 ข้อ เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา

**ชั้นที่ 11 แนวตอบ หรือเฉลย** เป็นการให้แนวทางแก่นักเรียนเปรียบเทียบคำตอบ

ของตนว่าถูกต้องหรือไม่

**ชั้นที่ 12 ออกแบบหน้าจอและผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์** มีขั้นตอนดังนี้

(1) การออกแบบหน้าจอ ได้แก่การแบ่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ออกเป็น 4 ส่วน โดยแสดงเฉพาะชื่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ รายละเอียดวิชา ผู้จัดทำ และปุ่มเข้าสู่บทเรียน โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าจอชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**ขั้นที่ 13** ผลผลิตสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ ได้แก่ การพิมพ์เอกสารประกอบการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ของผู้สอน (2) คู่มือการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียน และ (3) แบบฝึกปฏิบัติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ของผู้สอน ประกอบด้วย คำนำ สารบัญ สารระสำคัญ หมู่ฟังก์ชัน การเตรียมความพร้อมล่วงหน้า บทบาทของผู้สอนและนักเรียน สิ่งที่นักเรียนต้องเตรียม การจัดห้องเรียน และส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์

(2) คู่มือการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียน ประกอบด้วย คำนำ สารบัญ การเตรียมตัวของนักเรียน บทบาทของนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และการดาวโหลดชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

(3) แบบฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน/แบบทดสอบหลังเรียน

**ขั้นที่ 14 นำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ไปทดสอบประสิทธิภาพ** โดยทำการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่มและแบบภาคสนาม แล้วนำมาปรับปรุงหลังจากทดสอบประสิทธิภาพ

### **2.1.1 การตรวจสอบคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์**

ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 1 ท่าน ด้านเทคโนโลยีการศึกษาจำนวน 1 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านประเมินผล จำนวน 1 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิปรากฏอยู่ในภาคผนวก ก หน้า 160)

ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับ มากที่สุด (รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข หน้า 162 – 167) โดยมีข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิให้ปรับปรุงดังนี้

(1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เสนอแนะให้แก้ไข คือ เพิ่มการเชื่อมโยงเมนูในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ และให้เพิ่มปุ่มลดเพิ่มหรือปิดระดับเสียง

(2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เสนอแนะให้ปรับปรุงแก้ไข (1) เนื้อหาควรสรุปให้ได้ใจความสั้นๆ เข้าใจง่าย และ (2) ควรยกตัวอย่างเป็นภาพประกอบทุกเรื่องเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

(3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล เสนอแนะให้แก้ไขปรับปรุง (1) คำถามบางข้อใช้คำฟุ่มเฟือย และ (2) คำถามบางข้อไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ดังนี้ (1) ปรับปรุงเนื้อหาโดยสรุปเนื้อหาให้เข้าใจง่าย (2) เพิ่มภาพประกอบในเนื้อหาให้มากขึ้น (3) เพิ่มการเชื่อมโยงเมนูในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้ (4) เพิ่มปุ่มปรับเสียง (5) ปรับคำถามบางข้อให้ชัดเจน และ (6) ปรับคำถามบางข้อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งหลังจากปรับปรุงชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นที่เรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

## 2.2 การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

### 2.2.1 *ขั้นพัฒนา* ประกอบด้วยขั้นตอนจำนวน 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1) *ศึกษาเอกสาร* ศึกษาจากคำอธิบายรายวิชาและวัตถุประสงค์ของวิชา รายละเอียดของเนื้อหา เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2) *สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายชื่อ* โดยใช้ทฤษฎีของเบญจามิน บลูม ซึ่งแบ่งประเภทของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

หน่วย	วัตถุประสงค์	พุทธิพิสัย					ทักษะพิสัย
		ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	
หน่วยที่ 1 เรื่อง หมู่ ฟังก์ชัน	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชันได้ถูกต้อง	1	1				
	2. นักเรียนเรียนสามารถบอกลักษณะของหมู่ฟังก์ชันพื้นฐานได้ถูกต้อง		2	1			
	3. นักเรียนสามารถระบุชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง	2		1			
	4. นักเรียนสามารถระบุชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง	1		1			
	รวม	4	3	3			

โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 3 ระดับคือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

3) *กำหนดชนิดของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน* เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบคู่ขนาน

**2.2.2 ขั้นตรวจสอบและปรับปรุง** ประกอบด้วยขั้นตอนจำนวน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1) *ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ* ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลประเมินผล และด้านเนื้อหาตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้และความถูกต้องของแบบทดสอบ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบจากแบบประเมินคุณภาพในระดับมาก

2) *ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ* ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ คือ ปรับคำถามให้ตรงกับเนื้อหา ปรับภาษาที่ใช้ถามคำถามให้ชัดเจน ปรับแบบทดสอบให้มีความถูกต้อง และปรับคำถามบางข้อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3) *ทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ* ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนวิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ เพื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเทคนิคของ จุง เตห์ฟาน (Chung Teh Fan) และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00 จากผลการวิเคราะห์เป็นรายชื่อของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ข้อสอบทั้ง 10 ข้อ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงการหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
ก่อนเรียน	0.43 – 0.70	0.33 – 0.60
หลังเรียน	0.53 – 0.67	0.27 – 0.60

4) *หาความเชื่อมั่น* ของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยมีผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น	
	แบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบหลังเรียน
แบบทดสอบ	0.60	0.64

5) จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดสอบจริงในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน เป็นแบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า จำนวน 14 ข้อ และคำถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

#### 2.3.1 ขั้นพัฒนาแบบสอบถาม

1) ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องในเรื่องการสร้างแบบสอบถามครอบคลุมประเภท วิธีการและเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

2) กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม ได้แก่ องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน บทเรียน กิจกรรม แบบฝึกปฏิบัติ แนวตอบ และแบบทดสอบหลังเรียน และประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ประกอบด้วย ความรู้ที่เพิ่มขึ้น การหาความรู้ด้วยตนเอง ความรับผิดชอบในการเรียน และความชอบเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

3) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 14 ข้อ ในแต่ละคำถามมีน้ำหนักคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

4) ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผลเพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่จะประเมิน ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า แบบสอบถามความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก

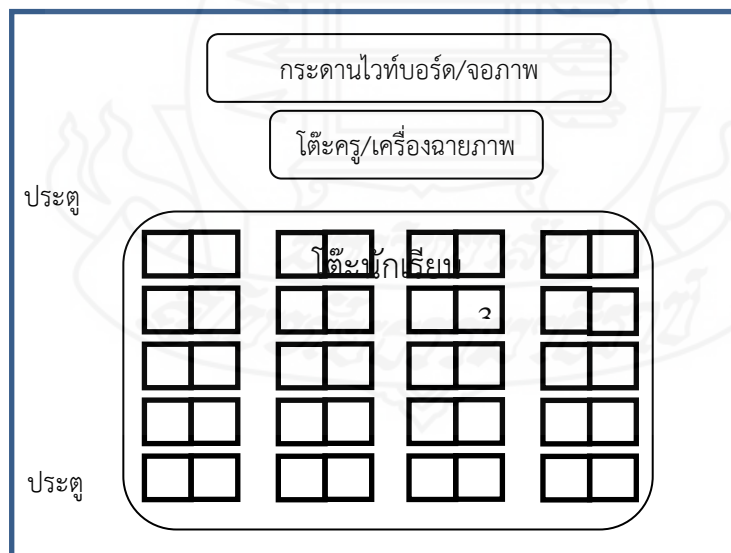
5) ทดลองใช้แบบสอบถามและปรับปรุง ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน โดยสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเข้าใจในข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจในคำถามที่ถาม และภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย

**2.3.2 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์** เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การนำชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ไปทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจำนวน 3 ชั้น ครอบคลุม (1) การจัดเตรียมสถานที่ (2) ระยะเวลาในการทดสอบ และ (3) ขั้นตอนของการทดลอง โดยมีรายละเอียดแต่ละชั้นดังนี้

**3.1 การจัดเตรียมสถานที่** คือ การจัดโต๊ะ เก้าอี้ อุปกรณ์การเรียนการสอนและสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนหนองคาย-วิทยาคาร ประกอบด้วยโต๊ะครูที่มีชุดคอมพิวเตอร์ต่อพ่วงเครื่องฉายภาพและเครื่องเสียง จัดโต๊ะเรียนพร้อมชุดคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือปรึกษากับเพื่อนได้ โดยจัดห้องเรียนดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การจัดแผนผังห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

### 3.2 วันเวลาในการทดสอบ

ตารางที่ 3.5 กำหนดวันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

การทดสอบประสิทธิภาพ	วัน/เดือน/ปี	เวลา
แบบเดี่ยว	11 มกราคม 2561	14.30-16.30 น.
แบบกลุ่ม	18 มกราคม 2561	14.30-16.30 น.
แบบภาคสนาม	25 มกราคม 2561	14.30-16.30 น.

### 3.3 ขั้นตอนของการทดลอง

3.3.1 ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองและทำการสอนด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน พร้อมทั้งแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ แจกคู่มือการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งภายในเล่มประกอบด้วยคำชี้แจง วิธีใช้ วัตถุประสงค์ เนื้อหาโดยสรุป แบบฝึกปฏิบัติ แนวคำตอบ และแบบบันทึกคะแนน แนวคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็น

ตารางที่ 3.6 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	การรวบรวมข้อมูล
ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเรียนก่อนใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์โดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	แบบทดสอบก่อนเรียนนำมาทดสอบค่าที่
ขั้นที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์/นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติด้านพุทธิพิสัย	แบบฝึกปฏิบัติเพื่อนำมาหาประสิทธิภาพ ค่า $E_1$
ขั้นที่ 3 ประเมินหลังเรียนหลังใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน	แบบทดสอบหลังเรียนนำมาหาประสิทธิภาพ ค่า $E_2$ และการทดสอบค่าที่



3.3.2 หลังจากทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้สังเกตและรวบรวมข้อมูล แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 3.7 ข้อมูลจากการสังเกตเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

ข้อมูลจากการสังเกต	ปรับปรุงแก้ไข
การลิงค์ต่างๆ ยังไม่ต่อเนื่อง	ปรับเวลาการคลิกปุ่มและเพิ่มปุ่มลิงค์
ภาพกับสีพื้นหลังกลมกลืนกันมองไม่ชัด	ปรับภาพบางภาพหรือปรับสีพื้นหลังให้เหมาะสม
ขนาดตัวอักษรเล็กไปมองไม่ชัด	ปรับขนาดอักษรให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.3.3 หลังการทดสอบแบบภาคสนาม ให้นักเรียนตอบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อชุดการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ซึ่งมีในคู่มือนักเรียน

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน และ (3) การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โดยการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล 2520, น. 136)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\left( \frac{\sum X}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

$E_1$  คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

$N$  คือ จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

$A$  คือ คะแนนเต็มกิจกรรมระหว่างเรียนรวมกัน

$$E_2 = \frac{\left( \frac{\sum F}{N} \right)}{B} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

$E_2$  คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  คือ จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

$B$  คือ คะแนนเต็มแบบทดสอบหลังเรียน

การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โน  
กรณีไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าจอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดได้สูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้  
 $\pm 2.5\%$

#### 4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทาง อิเล็กทรอนิกส์

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อน  
เรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยการนำคะแนนการ  
ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างแต่ละคู่ และนำไปคำนวณค่าที่แบบ  
t-dependent (William Sealy Gosset and David Wechsler อ้างใน Glass, V. and Hopkins,  
Kenneth D. , 1987, p. 217)

สูตร  $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$  เมื่อ  $df = n - 1$

เมื่อกำหนดให้

$t$  คือ ค่านัยสำคัญ

$n$  คือ จำนวนนักเรียน

$D$  คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน

### 4.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์ที่ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation S.D.) (Best and Kahn James V., 1993, p. 246)

$$\text{การหาค่าเฉลี่ย} \quad \bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

เมื่อกำหนดให้

$\bar{X}$	คือ	คะแนนเฉลี่ย
$\sum X$	คือ	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
f	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามในแต่ละข้อคำถาม
n	คือ	จำนวนคะแนนหรือจำนวนตัวอย่าง

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย ตามแนวคิดของลิเคอร์ท (Likert Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	แปลผลเป็น	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยน้อยที่สุด

4.4 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (Lefferty, Peter and Rowe, Julain, 1995.)

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

เมื่อกำหนดให้

S.D.	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$	คือ	ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทั้ง n จำนวน
$\sum X$	คือ	คะแนนดิบ
n	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ซึ่งได้มาด้วยการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากกิจกรรมระหว่างเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน แบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ **ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ **ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน และ**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน

#### ตอนที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

การทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มี 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ดังตารางที่ 4.1-4.3

##### 1.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์แบบเดี่ยว

โดยคละกันระหว่างนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมทั้งหมด 3 คน โดยใช้สูตรหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชันในการทดสอบแบบเดี่ยว ( $n = 3$ )

ทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนนทดสอบ	
แบบเดี่ยว	กิจกรรมระหว่างเรียน	หลังเรียน	( $E_1/E_2$ )
	( $E_1$ )	( $E_2$ )	
	65.08	66.67	65.08/66.67

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพ คือ 65.08/66.67 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จากการทดสอบพบว่าค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  มีค่าน้อยไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่ง

หลังการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวผู้วิจัยได้สังเกตกระบวนการเรียนของนักเรียนอย่างใกล้ชิดคอยช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ผลการสังเกตเพื่อปรับปรุงชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

ข้อมูลจากการสังเกต	ปรับปรุงแก้ไข
การลิงค์ต่าง ๆ ยังไม่ต่อเนื่อง	ปรับเวลาการคลิกปุ่มและเพิ่มปุ่มลิงค์
ภาพกับสีพื้นหลังกลมกลืนกันมองไม่ชัด	ปรับภาพบางภาพหรือปรับสีพื้นหลังให้เหมาะสม
ขนาดตัวอักษรเล็กไปมองไม่ชัด	ปรับขนาดอักษรให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์แบบกลุ่ม โดยคละนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน รวมมีทั้งหมด 6 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน จากการทดสอบแบบกลุ่ม ( $n = 6$ )

ทดสอบประสิทธิภาพ แบบกลุ่ม	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนนทดสอบ	$(E_1/E_2)$
	กิจกรรมระหว่างเรียน ( $E_1$ )	หลังเรียน ( $E_2$ )	
	70.63	71.61	70.63/71.61

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพ 70.63/71.61 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจากการทดสอบพบว่าค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  มีค่าน้อยแสดงว่าแบบฝึกหัดระหว่างเรียนมีความซับซ้อนมากเกินไป จึงได้ปรับให้มีความสั้นกระชับ และสัมพันธ์กับเนื้อหามากขึ้น เพื่อให้นักเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนจนสามารถทำแบบทดสอบได้มากขึ้น

**1.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบภาคสนาม**  
โดยคละนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 11 คน ปานกลาง 13 คน และอ่อน 6 คน รวมมีทั้งหมด 30 คน  
โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในการทดสอบ  
แบบภาคสนาม ( $n = 30$ )

ทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม	ร้อยละของคะแนนกิจกรรม ระหว่างเรียน ( $E_1$ )	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ )	$(E_1/E_2)$
	80.79	79.33	80.79/79.33

จากตารางที่ 4.4 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามของชุดการเรียนรู้ทาง  
อิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพ 80.79/79.33 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่  
กำหนด

## ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากชุดการเรียนรู้ทาง  
อิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์  
วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในการทดสอบแบบภาคสนาม ( $n = 30$ )

ภาคสนาม	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน		คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน		t-test
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
	4.13	1.36	7.93	1.31	12.47*

$P < .05$  ,  $df = 29$  ,  $t = 1.699^*$

จากตารางที่ 4.5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน (n = 30)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D	แปลความหมาย
1	แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความรู้เดิม	3.90	0.88	เห็นด้วยมาก
2	เนื้อหามีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4.10	0.66	เห็นด้วยมาก
3	องค์ประกอบด้าน พื้นหลัง เสียงดนตรี และปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม	4.13	0.57	เห็นด้วยมาก
4	ภาพประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น	4.30	0.79	เห็นด้วยมาก
5	แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว	4.60	0.56	เห็นด้วยมากที่สุด
6	แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน	4.70	0.47	เห็นด้วยมากที่สุด
7	ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง	4.27	0.45	เห็นด้วยมาก
8	ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	4.67	0.55	เห็นด้วยมากที่สุด
9	ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้	4.47	0.57	เห็นด้วยมาก
10	ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.53	0.57	เห็นด้วยมากที่สุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D	แปลความหมาย
11	ชุดการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	4.33	0.55	เห็นด้วยมาก
12	นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์	4.63	0.49	เห็นด้วยมากที่สุด
13	นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น	4.53	0.63	เห็นด้วยมากที่สุด
14	นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์	4.20	0.48	เห็นด้วยมาก
	รวม	4.38	0.24	เห็นด้วยมาก

จากตารางที่ 4.6 พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมูฟังก์ชัน โดยภาพรวมในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D. = 0.24) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมูฟังก์ชัน ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด 6 ข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 ลำดับ ได้แก่ แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน ( $\bar{X} = 4.70$ , S.D. = 0.47) ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D. = 0.55) นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ ( $\bar{X} = 4.63$ , S.D. = 0.49) ตามลำดับ



## บทที่ 5

### รายละเอียดของต้นแบบชิ้นงาน

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีรายละเอียดของต้นแบบชิ้นงาน ดังนี้

#### ภาคที่ 1 คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

คำนำ

สารบัญ

คำอธิบายรายวิชาเคมี 5 ว30225

ผลการเรียนรู้

การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

แผนการสอน

การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

บทบาทของผู้สอนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

บทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

การจัดเตรียมสถานที่

ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

แบบทดสอบก่อนเรียน

เนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

แบบบันทึกคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

## ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

คำนำ

สารบัญ

บทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

แนะนำวิธีใช้งานชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

บันทึกความรู้

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

## ภาคที่ 3 รายละเอียดของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

หน้าหลักของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

คำนำ

ลงชื่อเข้าสู่บทเรียน

เมนูหลัก

คำชี้แจง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมนูเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้

แบบทดสอบก่อนเรียน

เนื้อหาบทเรียน

ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

แบบฝึกปฏิบัติที่ 1

ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกปฏิบัติที่ 3

ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกปฏิบัติที่ 4

แบบทดสอบหลังเรียน

#### ภาคที่ 4 แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ และแบบสอบถาม

แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

แบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน

แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน

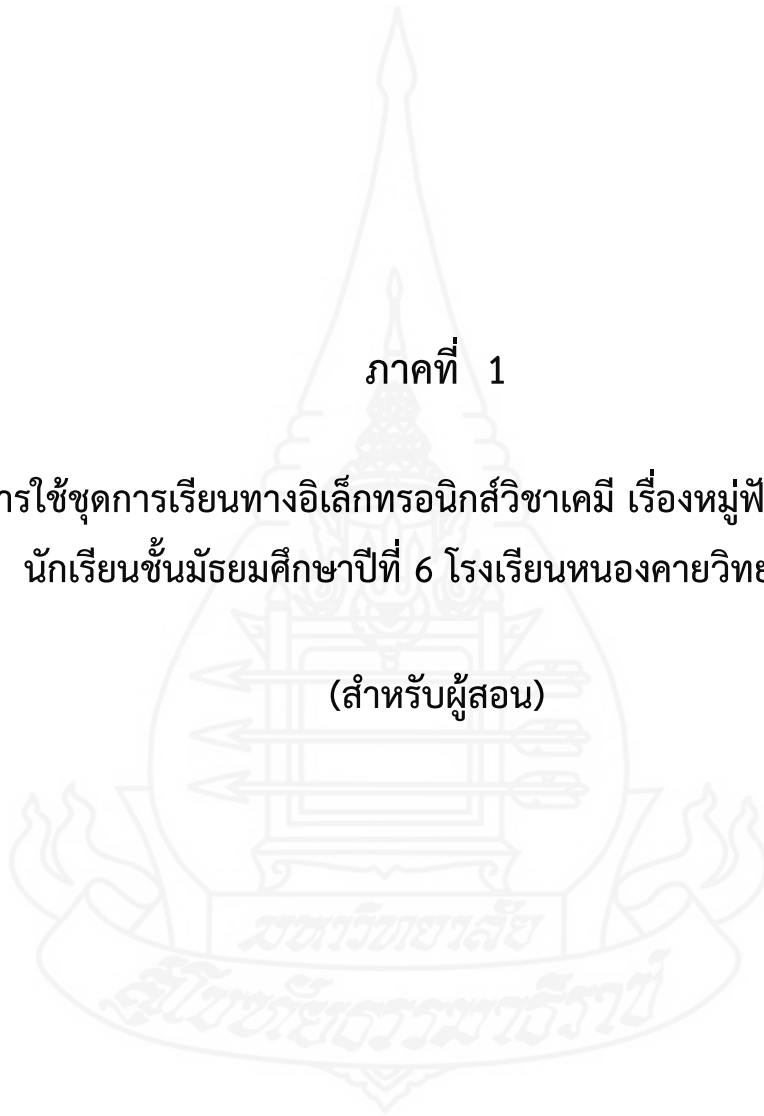
แบบสอบถามความคิดเห็นนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์



ภาคที่ 1

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

(สำหรับผู้สอน)





แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช



คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร



(สำหรับผู้สอน)

ผู้จัดทำ

นางนิรดา นันทะมีชัย

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร



## 1.1 คำนำ



## 1.2 สารบัญ

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ | ข

วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

<b>สารบัญ</b>		<b>หน้า</b>
☒	คำนำ	ก
	สารบัญ	ข
	คำอธิบายรายวิชาเคมี 5 ว30225	1
	ผลการเรียนรู้	2
	การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	3
	แผนการสอน	4
	การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	7
	บทบาทของผู้สอนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	8
	บทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	9
	การจัดเตรียมสถานที่	10
	ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	11
	แบบทดสอบก่อนเรียน	12
	เนื้อหาบทเรียน	15
	แบบทดสอบหลังเรียน	25
	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	28
	แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล	29
	แบบบันทึกคะแนนของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์	30
	บรรณานุกรม	31



### 1.3 คำอธิบายรายวิชาเคมี 5 ว30225

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ | 1

วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

#### คำอธิบายรายวิชา เคมี 5 ว30225

ศึกษาความหมายของสารประกอบอินทรีย์และเคมีอินทรีย์ การเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุม ทดลองการเกิดไอโซเมอร์ของสารประกอบอินทรีย์และหมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะของเอทานอลและกรดแอซติก **ศึกษาหมู่ฟังก์ชัน** การจำแนกประเภทของสารประกอบอินทรีย์ โครงสร้าง การเขียนสูตร การเรียกชื่อ แนวโน้มของจุดหลอมเหลวและจุดเดือด การละลายน้ำ ปฏิกริยาบางชนิด การนำไปใช้ประโยชน์และอันตรายของสารประกอบอินทรีย์ประเภทแอลเคน แอลคีน แอลคีน แอลกอฮอล์ ฟีนอล อีเทอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก เอสเทอร์ เอมีนและเอไมด์ รวมทั้งศึกษาการทดลองสมบัติบางประการของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน การเตรียมเอสเทอร์จากปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันและปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอสเทอร์

ศึกษาการเกิดและองค์ประกอบทางเคมีของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ การสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียม กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ เลขออกเทน เลขซีเทน อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและการใช้ประโยชน์ของเคมีภัณฑ์ ศึกษาประเภทของพอลิเมอร์และปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ ศึกษาสมบัติของพลาสติกชนิดต่าง ๆ การเตรียมเส้นใยสังเคราะห์จากเส้นใยธรรมชาติ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ และการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมและปลอดภัย มลพิษที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางในการป้องกัน

ศึกษาธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก โครงสร้าง ชนิด หน้าที่ แหล่งที่พบและประโยชน์ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิดและกรดนิวคลีอิก ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการทดสอบโปรตีนในอาหาร ศึกษาสมบัติ การทำงานและการเรียกชื่อของเอนไซม์ ทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของเอนไซม์และปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ ศึกษาและทดลองการแปลงสภาพโปรตีน สมบัติบางประการและปฏิกิริยาเฉพาะของคาร์โบไฮเดรต การละลายของน้ำมันและไขมันในตัวทำละลายบางชนิด ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของน้ำมันซึ่งเป็นเอสเทอร์ด้วยสารละลายเบส ศึกษาความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสารชีวโมเลกุล



เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติและปฏิกิริยาของสารประกอบอินทรีย์ เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ สารชีวโมเลกุล โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช



## 1.4 ผลการเรียนรู้

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ | 2

วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

### ผลการเรียนรู้

1. บอกความแตกต่างระหว่างสารประกอบอินทรีย์กับสารประกอบอนินทรีย์ได้
2. อธิบายเหตุผลที่ทำให้มีสารประกอบอินทรีย์เป็นจำนวนมากได้
3. เขียนสูตรของสารประกอบอินทรีย์ในรูปสูตรแบบลิวอิส แบบย่อ แบบผสม แบบใช้เส้นและมุม
4. เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้
5. **ระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์โดยใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้**
6. บอกประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนโดยใช้พันธะในโมเลกุลและสมบัติบางประการเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้
7. อธิบายความแตกต่างระหว่างซิสไอโซเมอร์กับทรานส์ไอโซเมอร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้
8. เรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ได้
9. ระบุความสัมพันธ์ระหว่างการละลายน้ำ จุดหลอมเหลว จุดเดือดกับจำนวนอะตอมของคาร์บอนในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ได้
10. เปรียบเทียบจุดเดือดของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกันได้
11. อธิบายการเกิดปฏิกิริยาบางชนิดของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้
12. บอกประโยชน์หรือโทษของสารประกอบอินทรีย์บางชนิดได้
13. อธิบายการเกิดและองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ชนิดต่าง ๆ ได้
14. อธิบายการใช้ประโยชน์จากถ่านหินและหินน้ำมันได้

15. อธิบายกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบและการแยกแก๊สธรรมชาติ พร้อมทั้งยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้และการนำไปใช้ประโยชน์ได้
16. อธิบายความหมายของปิโตรเลียม เลขออกเทน เลขซีเทน ปิโตรเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น อุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต่อเนื่อง พอลิเมอร์ มอนอเมอร์ พลาสติก เส้นใยธรรมชาติ เส้นใยสังเคราะห์ ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ และกระบวนการ วัลคาไนเซชันได้
17. อธิบายการเกิดพอลิเมอร์และความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้
18. อธิบายสมบัติของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์แต่ละชนิดรวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ได้
19. อธิบายความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ และยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์สังเคราะห์ได้
20. อธิบายผลที่เกิดจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
21. บอกวิธีการนำผลิตภัณฑ์จากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ไปใช้อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
22. อธิบายโครงสร้างของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิดและกรดนิวคลีอิกได้
23. บอกสมบัติและการทดสอบไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตได้
24. บอกประโยชน์ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ลิพิดและกรดนิวคลีอิกได้

## 1.5 การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### การแบ่งหน่วยการเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์

#### หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์

##### เรื่อง หมูฟังก์ชัน

##### ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมูฟังก์ชัน

1.1 ความหมายของหมูฟังก์ชัน

1.2 หน้าที่ของหมูฟังก์ชัน

แบบฝึกที่ 1

##### ตอนที่ 2 หมูฟังก์ชันพื้นฐาน

2.1 หมูฟังก์ชันคู่

2.2 หมูฟังก์ชันสาม

### ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

- 3.1 หมู่ไฮดรอกซิล
- 3.2 หมู่แอลคอกซี หรือ หมู่ออกซี
- 3.3 หมู่คาร์บอกซิล
- 3.4 หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล
- 3.5 หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์
- 3.6 หมู่คาร์บอนิล

### ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

- 4.1 หมู่อะมิโน
- 4.2 หมูเอไมด์

## 1.6 แผนการสอน

### แผนการสอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์    วิชาเคมี 5 ว30225  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
เวลา 120 นาที

### หัวเรื่อง

1. ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน
2. หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน
3. หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
4. หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

### แนวคิด

1. หมู่ฟังก์ชัน (Functional Group) หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ และมักใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ หน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน ที่สำคัญมี 2 ประการ คือ (1) หมู่ฟังก์ชันทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละชนิด และ (2) ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของสารอินทรีย์

2. หมูฟังก์ชันพื้นฐาน ได้แก่ หมูพันธะคู่ เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทแอลคีน และหมูพันธะสาม เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทแอลไคน์

3. หมูฟังก์ชันที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ หมูไฮดรอกซิล เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทแอลกอฮอล์ หมูคาร์บอนิล เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทคีโตน หมูคาร์บอกซิล เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทกรดอินทรีย์ หมูออกซี เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทอีเทอร์ หมูออกซีคาร์บอนิล เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภท เอสเทอร์ และหมูคาร์บอกซาลดีไฮด์ เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทแอลดีไฮด์

5. หมูฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ หมูอะมิโน เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทเอมีน และหมูเอไมด์ เป็นหมูฟังก์ชันในสารประเภทเอไมด์

### วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง ความหมายและหน้าที่ของหมูฟังก์ชัน จบแล้ว สามารถบอกความหมายและหน้าที่ของหมูฟังก์ชันได้ถูกต้อง

2. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมูฟังก์ชันพื้นฐาน จบแล้ว สามารถบอกลักษณะของหมูฟังก์ชันพื้นฐานได้ถูกต้อง

3. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมูฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ จบแล้ว สามารถระบุชนิดของหมูฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง

4. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมูฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จบแล้ว สามารถระบุชนิดของหมูฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### 1. ขั้นทดสอบก่อนเรียน

1.1 นักเรียนเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมูฟังก์ชัน

1.2 นักเรียนลงชื่อเข้าเรียน อ่านคำชี้แจง วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ด้านพุทธิพิสัย จำนวน 10 ข้อ ส่งคำตอบ

#### 2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนศึกษาวิธีการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง

#### 3. ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน

นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และทำแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน ตามลำดับ ดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมูฟงก์ชัน แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 1

3.2 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 2 หมูฟงก์ชันพื้นฐาน แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 2

3.3 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 3 หมูฟงก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 3

3.4 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 4 หมูฟงก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 4

นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้เพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต หนังสือเรียนหรือสอบถามครูได้โดยตรงและทางอีเมล

#### 4. ชั้นสรุปทเรียน

นักเรียนสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายและหน้าที่ของหมูฟงก์ชัน และหมูฟงก์ชันทั้ง 3 ประเภท แล้วส่งอีเมลให้ครูผู้สอน

#### 5. ชั้นทดสอบหลังเรียน

5.1 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ด้านพุทธิพิสัย จำนวน 10 ข้อ ส่งคำตอบ

#### สื่อการเรียน

1. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมูฟงก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

2. คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมูฟงก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

#### การประเมินผล

1. การทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน
2. การประเมินระหว่างเรียน ได้แก่ คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ 4 แบบฝึก
3. การส่งอีเมลสรุปทเรียน

## 1.7 การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### การเตรียมความพร้อมก่อนการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

1. ผู้สอนต้องศึกษาคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างละเอียด
2. ผู้สอนต้องตรวจสอบเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสำรวจโทรศัพท์สมาร์ตโฟนนักเรียน และแชร์ไฟล์ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์หรือเมสเซนเจอร์ในเฟสบุ๊ค แล้วแจ้งให้นักเรียนดาวน์โหลดไว้
3. ผู้สอนต้องจัดชั้นเรียนในลักษณะ 1 คนต่อ 1 เครื่อง และผู้สอนจะต้องจัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
4. ผู้สอนควรมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น เพื่อสามารถใช้งานชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. ผู้สอนต้องจัดเตรียมคู่มือการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์และแบบฝึกปฏิบัติให้เท่ากับจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน

## 1.8 บทบาทของผู้สอนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### บทบาทของผู้สอนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

1. ผู้สอนต้องปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน พร้อมทั้งแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์และแจกคู่มือการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ให้นักเรียน
2. ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยที่ครูมีบทบาทเพียงเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก คอยชี้แนะให้นักเรียนประกอบกิจกรรมให้ครบทั้ง 4 ขั้นตอน ดังนี้
  - ขั้นที่ 1 ทดสอบก่อนเรียน** นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ และบันทึกคะแนนก่อนเรียนในคู่มือนักเรียน
  - ขั้นที่ 2 ศึกษาบทเรียน** นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระในบทเรียนจากชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ครบทั้ง 4 ตอน แต่ละตอนจะมีแบบฝึกปฏิบัติ ให้นักเรียนทำให้ครบ
  - ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรม** นักเรียนทำกิจกรรมระหว่างเรียนในแบบฝึกปฏิบัติทำยบทเรียนแต่ละตอน และตรวจคำตอบ พร้อมบันทึกคะแนนในคู่มือนักเรียน
  - ขั้นที่ 4 ทดสอบหลังเรียน** นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ แล้วบันทึกคะแนนหลังเรียนในคู่มือนักเรียน

3. เมื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จแล้ว ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลแล้วประเมินตนเองลงในคู่มือนักเรียน พร้อมทั้งตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในชุดการสอน

4. ครูรวบรวมและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

5. สำหรับนักเรียนที่เรียนช้า ครูผู้สอนควรให้โอกาสนักเรียนไปศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน แล้วประเมินในภายหลัง แต่ควรกำหนดวัน เวลา ในการส่งผลการเรียนรู้ให้ชัดเจน

6. ครูไม่ควรส่งเสียงดังจนเกินไป ทั้งในการออกคำสั่ง คำชี้แนะ ขณะประกอบกิจกรรม หากนักเรียนเกิดข้อสงสัย ครูควรให้คำปรึกษารายบุคคลเพื่อไม่ให้รบกวนสมาธิของนักเรียนคนอื่น ๆ

### 1.9 บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

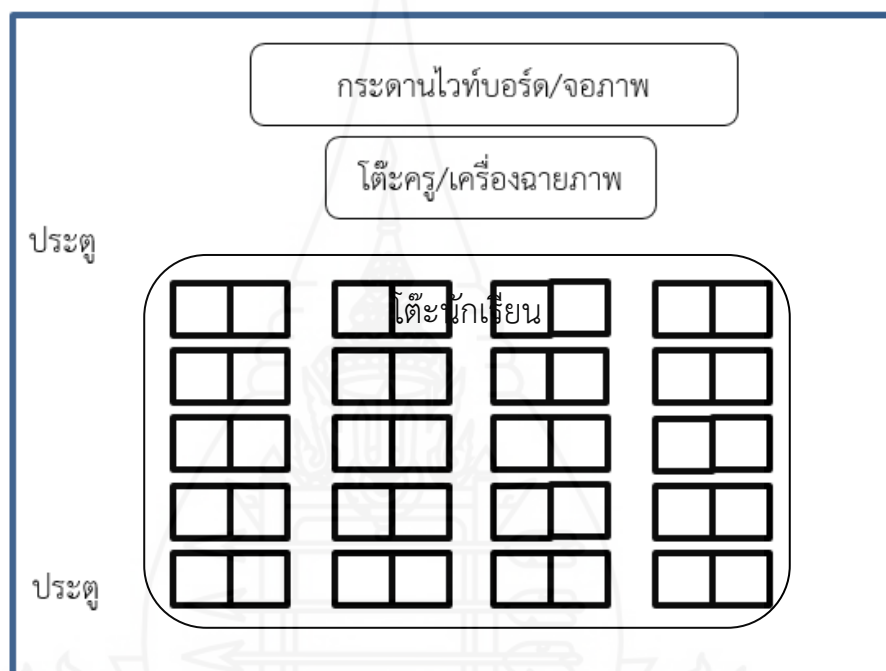
#### บทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

1. เข้าเรียนตรงเวลา ศึกษาคู่มือการเรียนรู้ที่ครูแจกให้ล่วงหน้า
2. ศึกษาเนื้อหาในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเองอย่างตั้งใจ
3. ปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยตนเองอย่างตั้งใจ
4. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนอย่างตั้งใจ
5. ไม่หยอกล้อกันหรือส่งเสียงดังรบกวนคนอื่นขณะปฏิบัติกิจกรรม
6. เมื่อศึกษาความรู้ในบทเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติครบถ้วน ทดสอบ และประเมินตนเองเสร็จเรียบร้อย ให้ส่งคู่มือนักเรียนคืนครูผู้สอน
7. หากนักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือเรียนไม่เข้าใจสามารถสอบถามครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

## 1.10 การจัดเตรียมสถานที่

### การจัดเตรียมสถานที่

การจัดโต๊ะ เก้าอี้ อุปกรณ์การเรียนการสอนและสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ประกอบด้วยโต๊ะครูที่มีชุดคอมพิวเตอร์ต่อพ่วงเครื่องฉายภาพและเครื่องเสียง จัดโต๊ะเรียนพร้อมชุดคอมพิวเตอร์ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือปรึกษากับเพื่อนได้ โดยจัดห้องเรียนดังนี้



## 1.11 ส่วนประกอบของชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์

### ส่วนประกอบของชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์

ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
2. ลงชื่อผู้เรียน
3. วัตถุประสงค์การเรียนรู้
4. แบบทดสอบก่อนเรียน
5. บทเรียน แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้



ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

แบบฝึกปฏิบัติที่ 1

ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกปฏิบัติที่ 3

ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกปฏิบัติที่ 4

6. แบบทดสอบหลังเรียน

7. เกี่ยวกับผู้สอน

## 1.12 แบบทดสอบก่อนเรียน

### แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

**คำชี้แจง** แบบทดสอบชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตัวเลือก  
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เมื่อทำครบทุกข้อแล้วให้กวด ส่งแบบทดสอบ

1. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของ หมู่ฟังก์ชัน ได้ถูกต้องที่สุด

1. เป็นกลุ่มอะตอมที่พบในสารอินทรีย์
2. เป็นกลุ่มไอออนที่แสดงสมบัติของสารอินทรีย์
3. เป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์
4. เป็นกลุ่มอะตอมที่มีลักษณะพิเศษมีโครงสร้างซับซ้อนทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมี

รุนแรง

2. ข้อใดจัดเป็นหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

1. ช่วยให้สารอินทรีย์เกิดการละลายน้ำได้
2. เป็นส่วนที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ของสารอินทรีย์
3. เป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในโมเลกุลสารอินทรีย์
4. หมู่ฟังก์ชันช่วยเสริมการทำปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง

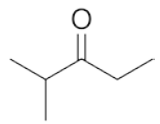
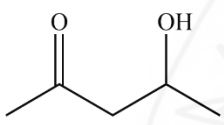
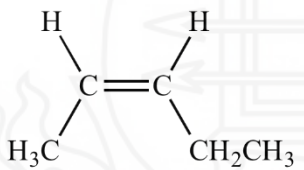
## 3. สารอินทรีย์ชนิดใดไม่มีหมู่ฟังก์ชัน

1. แอลคีน
2. แอลเคน
3. แอลกอฮอล์
4. กรดคาร์บอกซิลิก

## 4. สารประเภทใดที่มีหมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

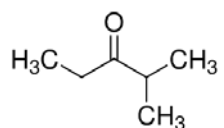
1. แอลคีน
2. แอลเคน
3. แอลดีไฮด์
4. แอลกอฮอล์

5. สารในข้อใดที่มีหมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน ที่ชื่อหมู่ พันธะคู่

1. 
2. 
3. 

$$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$$
4.  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

## 6. สารที่มีสูตรโครงสร้างด้านล่างมีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด



1. อะมิโน
2. พันธะคู่
3. คาร์บอนิล
4. ไฮดรอกซิล

7. หมู่ฟังก์ชันใดที่ไม่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

1. อะมิโน
2. คาร์บอนิล
3. ไฮดรอกซิล
4. คาร์บอกซาลดีไฮด์

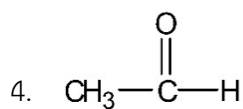
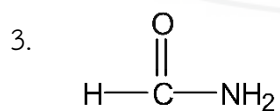
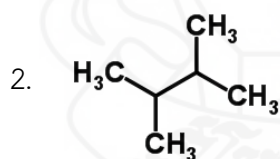
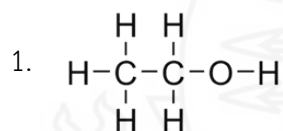
8. หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จะพบในสารชนิดใด

1. คีโตน
2. เอไมด์
3. แอลดีไฮด์
4. แอลกอฮอล์

9. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

1. ออกซี
2. เอไมด์
3. พันธะสาม
4. คาร์บอกซิล

10. สารที่มีสูตรโครงสร้างในข้อใดที่มีหมู่ เอไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชัน



### 1.13 เนื้อหาบทเรียน

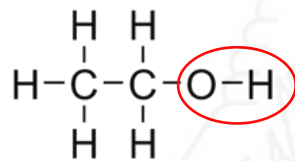
#### เนื้อหาบทเรียน

##### ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

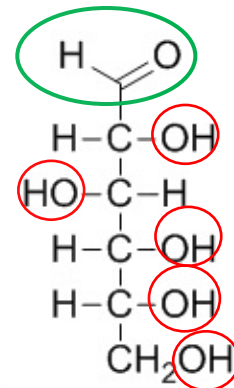
###### ความหมายของหมู่ฟังก์ชัน

หมู่ฟังก์ชัน (Functional Groups) หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ และมักใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่างหมู่ฟังก์ชัน เช่น หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชันที่พบในแอลกอฮอล์ และน้ำตาลกลูโคส ดังตัวอย่าง



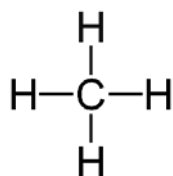
เอทานอล



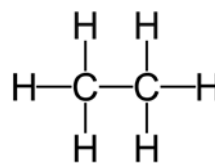
กลูโคส

จากตัวอย่างจะพบว่า เอทานอล มีหมู่ฟังก์ชัน 1 ชนิด ส่วนกลูโคส มีหมู่ฟังก์ชัน 2 ชนิด แสดงว่าสารอินทรีย์บางประเภทอาจมีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 ชนิดก็ได้

สำหรับสารไฮโดรคาร์บอนชนิดพื้นฐาน คือ แอลเคน เป็นสารอินทรีย์ชนิดอิมตัว โครงสร้างพื้นฐานไม่มีพันธะคู่หรือพันธะสามระหว่าง C อะตอม และไม่มีอะตอมของธาตุอื่นร่วมอยู่ด้วย จึงจัดว่าแอลเคนไม่มีหมู่ฟังก์ชัน ตัวอย่างเช่น แก๊สมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) อีเทน ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) ที่มีสูตรโครงสร้างดังภาพ



มีเทน



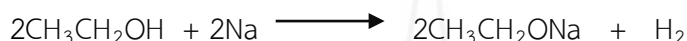
อีเทน

แสดงโครงสร้างของสารอินทรีย์ประเภทแอลเคน ที่ไม่มีหมู่ฟังก์ชัน

### หน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน มีดังนี้

1. หมู่ฟังก์ชันทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละชนิด
2. ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของสารอินทรีย์

**ตัวอย่างที่ 1** การเกิดปฏิกิริยาระหว่างเอทานอล( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) กับ โลหะโซเดียม( $\text{Na}$ ) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมเอทอกไซด์( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$ ) และแก๊สไฮโดรเจน( $\text{H}_2$ ) ซึ่งตำแหน่งในการเกิดปฏิกิริยาคือบริเวณหมู่ฟังก์ชันคือหมู่ไฮดรอกซิล ( $-\text{OH}$ ) สังเกตปฏิกิริยาดังนี้



**ตัวอย่างที่ 2** การเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดแอสติค( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) กับ โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต( $\text{NaHCO}_3$ ) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมแอสเตต( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) น้ำ( $\text{H}_2\text{O}$ ) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ซึ่งตำแหน่งในการเกิดปฏิกิริยาคือบริเวณหมู่ฟังก์ชัน คือ หมู่คาร์บอกซิล ( $-\text{COOH}$ ) สังเกตปฏิกิริยาดังนี้



เนื่องจากหมู่ฟังก์ชันเป็นกลุ่มอะตอมที่เกิดปฏิกิริยาเคมีเฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละประเภท จึงสามารถใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ได้นั่นเอง

ตัวอย่างเช่น หมู่ไฮดรอกซิล ( $-\text{OH}$ ) พบในสารประเภทแอลกอฮอล์และฟีนอล ส่วนหมู่คาร์บอกซิล ( $-\text{COOH}$ ) พบในสารประเภทกรดคาร์บอกซิลิกหรือกรดอินทรีย์

## แบบฝึกปฏิบัติที่ 1

พิจารณาข้อความในแต่ละข้อว่าถูกหรือผิด

ถูก	ผิด	ข้อ
	x	1. หมู่ฟังก์ชันไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี
✓		2. หมู่ฟังก์ชันเป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะของสารอินทรีย์
	x	3. หมู่ฟังก์ชันจะมีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเสมอ
✓		4. หมู่ฟังก์ชันบางชนิดมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น หมู่อะมิโน (-NH <sub>2</sub> )
✓		5. พันธะคู่และพันธะสามระหว่างคาร์บอนอะตอมจัดเป็นหมู่ฟังก์ชันด้วย
	x	6. สารประเภทกรดอินทรีย์จะมีหมู่ไฮดรอกซิล(-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชัน
✓		7. ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์เรียกว่า หมู่ฟังก์ชัน
✓		8. หมู่ฟังก์ชันสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทสารอินทรีย์ได้
	x	9. สารอินทรีย์ที่ไม่มีหมู่ฟังก์ชันคือแอลคีน
✓		10. สารอินทรีย์บางชนิดอาจมีหมู่ฟังก์ชันได้มากกว่า 1 หมู่

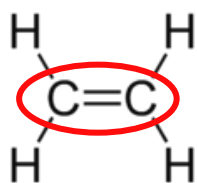


## ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

หมู่ฟังก์ชัน(Functional Groups) ในสารอินทรีย์มีหลายชนิด และสารอินทรีย์บางชนิดมีหมู่ฟังก์ชันได้หลายหมู่ ทำให้สารอินทรีย์มีความหลากหลายและเกิดปฏิกิริยาได้หลายแบบ ซึ่งนักเรียนพอจะทราบแล้วว่าหมู่ฟังก์ชันสามารถใช้จำแนกประเภทของสารอินทรีย์ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ การเรียนในชั้นนี้ จะแบ่งหมู่ฟังก์ชันออกเป็น 3 กลุ่ม เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและจดจำไปใช้ในการเรียนเรื่องสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ต่อไป

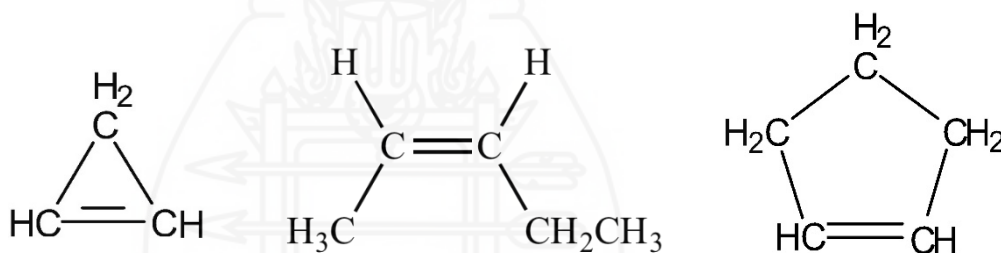
หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน มี 2 ชนิด ดังนี้

1. หมู่พันธะคู่ ( $C=C$ ) พบในสารประเภทแอลคีน(Alkene) ตัวอย่างเช่น อีthin( $C_2H_4$ )



อีthin หรือ เอทิลีน

ตัวอย่างสารประเภทแอลคีน ดังนี้



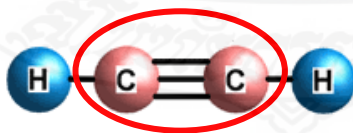
ไซโคลโพรพีน( $C_3H_4$ )

เพนทีน( $C_5H_{10}$ )

ไซโคลเพนทีน

( $C_5H_8$ )

2. หมู่พันธะสาม ( $C\equiv C$ ) พบในสารประเภทแอลไคน์(Alkyne) ตัวอย่างเช่น อีthin( $C_2H_2$ )



อีthin( $C_2H_2$ )

ตัวอย่างสารแอลไคน์ ที่มีหมู่พันธะสาม เป็นหมู่ฟังก์ชัน เช่น



But-1-yne  $C_4H_6$

But-2-yne  $C_4H_6$

1-บิวไทน์

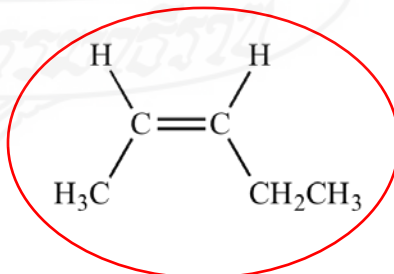
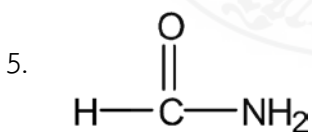
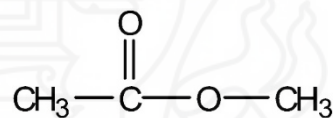
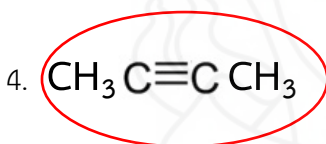
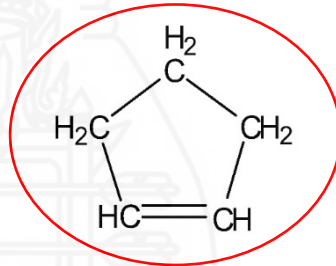
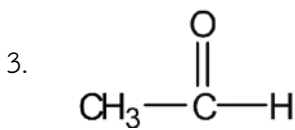
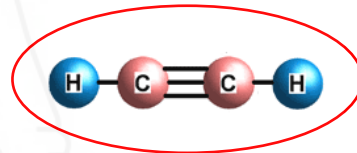
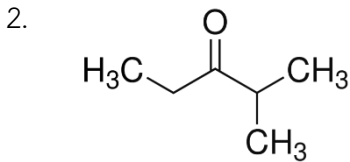
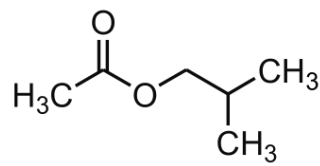
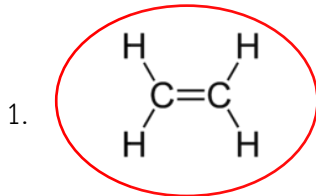
2-บิวไทน์

## แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงเลือกสารที่มีหมู่ฟังก์ชัน พันธะคู่(แอลคีน) หรือ พันธะสาม(แอลไคน์)

ตัวเลือก A

ตัวเลือก B

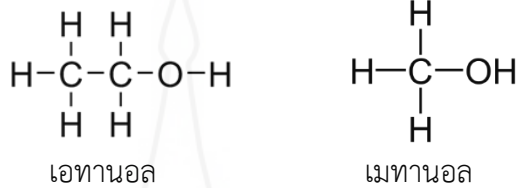




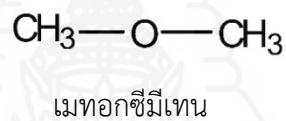
### ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ มี 6 ชนิด ดังนี้ (พิมพ์ให้หน่อย)

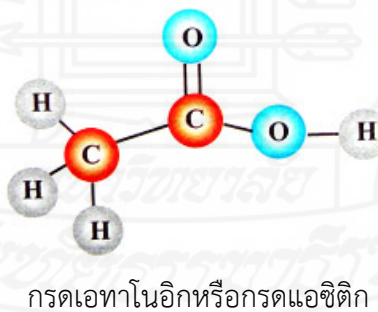
1. หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท แอลกอฮอล์และฟีนอล เช่น เอทานอล (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O)



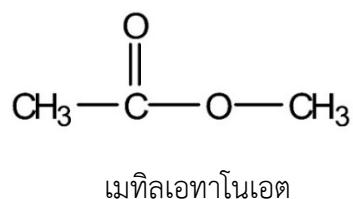
2. หมู่แอลคอกซี หรือ หมู่ออกซี (-O-) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท อีเทอร์ เช่น เมทอกซีมีเทน



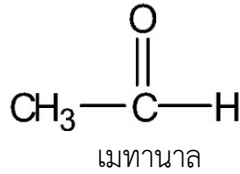
3. หมู่คาร์บอกซิล  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก เช่น กรดเอทานอิกหรือกรดแอสติก



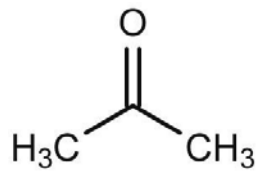
4. หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}' \end{array}$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท เอสเทอร์ เช่น เมทิลเอทานอเอต



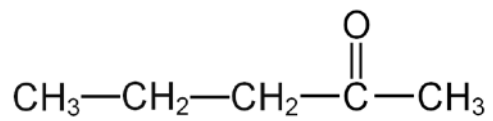
5. หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{---C---H} \end{array}$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท แอลดีไฮด์ เช่น เมทานาล



6. หมู่คาร์บอนิล  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{---C---} \end{array}$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท คีโตน เช่น โพรพาโนน

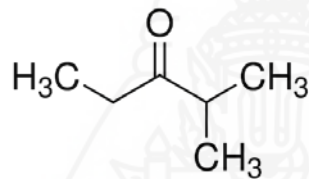


โพรพาโนน

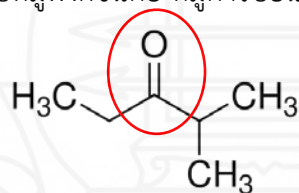


2-เพนทาโนน

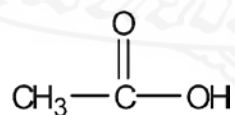
ตัวอย่างที่ 1 สารที่มีโครงสร้างด้านล่างมีหมู่ฟังก์ชันใดบ้าง และจัดเป็นสารประเภทใด



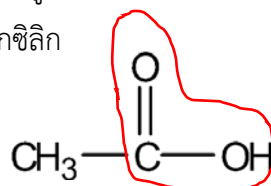
จากภาพด้านบนจะพบหมู่ฟังก์ชันคือ หมู่คาร์บอนิล ดังบริเวณที่วงกลมด้านล่าง จึงจัดเป็นสารประเภทคีโตน



ตัวอย่างที่ 2 สารที่มีโครงสร้างด้านล่างมีหมู่ฟังก์ชันใดบ้าง และจัดเป็นสารประเภทใด

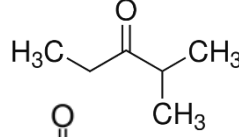
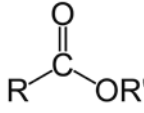
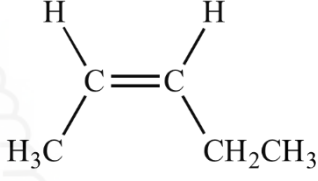
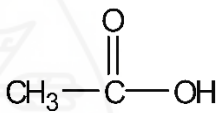
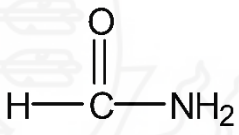
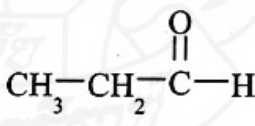
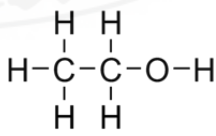


จากภาพด้านบนจะพบหมู่ฟังก์ชันคือ หมู่คาร์บอกซิล ดังบริเวณที่วงกลมด้านล่าง จึงจัดเป็นสารประเภทกรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก



## แบบฝึกปฏิบัติที่ 3

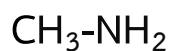
จงจับคู่ข้อความที่สัมพันธ์กัน โดยนำตัวอักษรในคอลัม B มาเติมหน้าข้อ ในคอลัม A

คอลัม A	คอลัม B
.....e.....1 หมู่คาร์บอกซิล	a. $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
.....h.....2 หมู่ไฮดรอกซิล	b. 
.....b.....3 หมู่คาร์บอนิล	c. 
.....c.....4 หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล	d. 
.....a.....5 หมู่ออกซี	e. 
.....g.....6 หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์	f. 
	g. 
	h. 

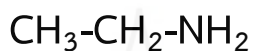
#### ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มี 2 ชนิด ดังนี้

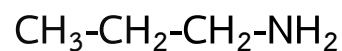
1. หมู่อะมิโน ( $-\text{NH}_2$ ) พบในสารอินทรีย์ประเภทเอมีน เช่น เมทานามีน ( $\text{CH}_3-\text{NH}_2$ )



เมทานามีน

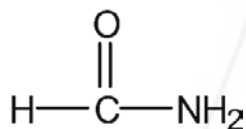


เอทานามีน

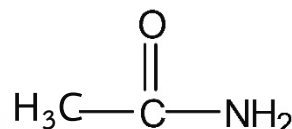


โพรพานามีน

2. หมู่อะไมด์ ( $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ ) พบในสารอินทรีย์ประเภทเอไมด์ เช่น เมทานาไมด์ เอทานาไมด์ ดังภาพ



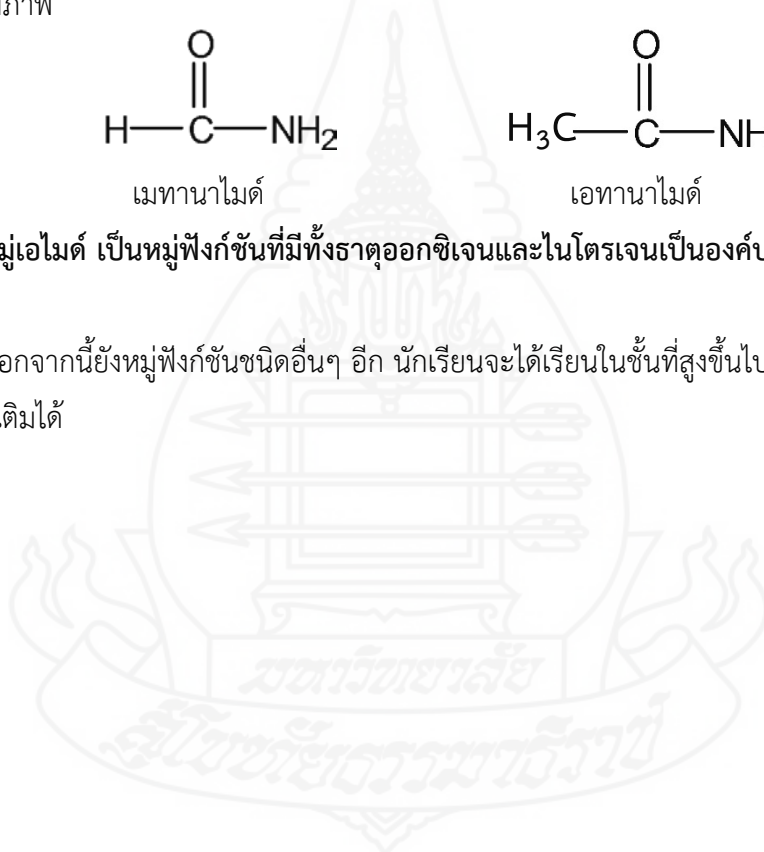
เมทานาไมด์



เอทานาไมด์

หมู่อะไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชันที่มีทั้งธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

นอกจากนี้ยังมีหมู่ฟังก์ชันชนิดอื่นๆ อีก นักเรียนจะได้เรียนในขั้นที่สูงขึ้นไป และสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้

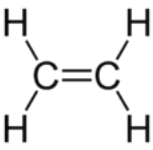
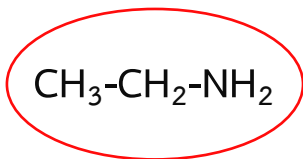
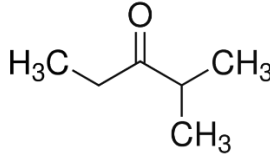
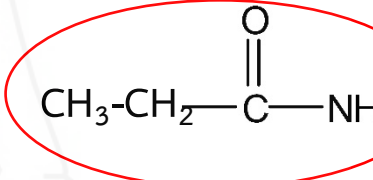
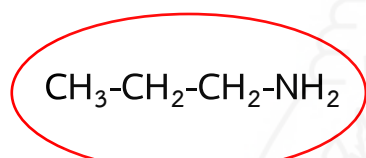
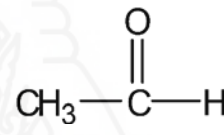
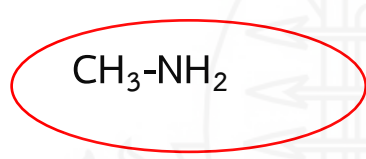
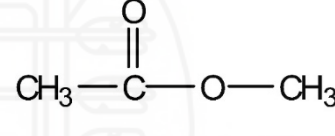
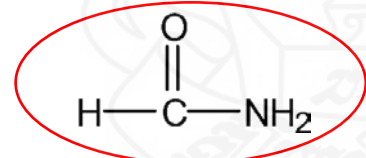
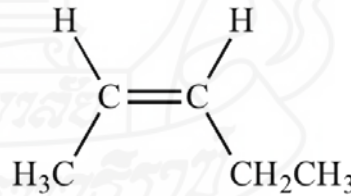


## แบบฝึกปฏิบัติที่ 4

จงเลือกสารที่มีหมู่เอะมิโน หรือ หมู่เอไมด์

ตัวเลือก A

ตัวเลือก B

1.  
2.  
3.  
4.  
5.  

## 1.14 แบบทดสอบหลังเรียน

### แบบทดสอบหลังเรียน

วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

**คำชี้แจง** แบบทดสอบชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตัวเลือก  
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เมื่อทำครบทุกข้อแล้วให้กด ส่งแบบทดสอบ

#### 1. “กลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์” ตรงกับข้อใด

1. สารอินทรีย์สังเคราะห์
2. โครงผลึกร่างตาข่าย
3. กรดคาร์บอกซิลิก
4. หมู่ฟังก์ชัน

#### 2. หมู่ฟังก์ชัน มีหน้าที่ตามข้อใดถูกต้องที่สุด

1. หมู่ฟังก์ชันช่วยเสริมการทำปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง
2. เป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในโมเลกุลสารอินทรีย์
3. เป็นส่วนที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ของสารอินทรีย์
4. ช่วยให้สารอินทรีย์เกิดการละลายน้ำได้

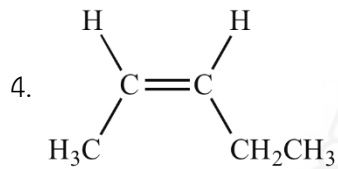
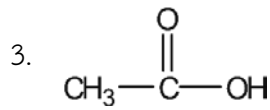
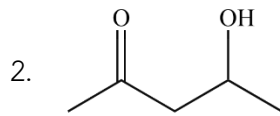
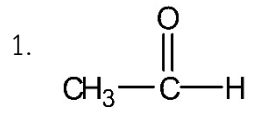
#### 3. สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด และไม่มีธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบหลัก คือข้อใด

1. กรดคาร์บอกซิลิก
2. แอลกอฮอล์
3. แอลเคน
4. แอลคีน

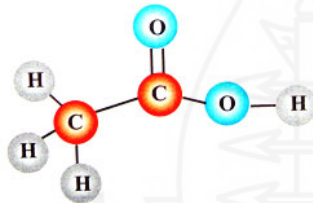
#### 4. แอลคีน และแอลไคน์ จัดเป็นสารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว เพราะมีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด

1. อะมิโน
2. พันธะคู่
3. พันธะสาม
4. ถูกทั้ง ข้อ 2 และข้อ 3

5. สารในข้อใดมีหมู่ พันธะคู่ เป็นหมู่ฟังก์ชัน



6. สารที่มีสูตรโครงสร้างดังภาพด้านล่าง มีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด



1. คาร์บอกซิล
2. คาร์บอนิล
3. พันธะคู่
4. ออกซี

7. หมู่ฟังก์ชันใดที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

1. คาร์บอกซาลดีไฮด์
2. พันธะสาม
3. พันธะคู่
4. อะมิโน

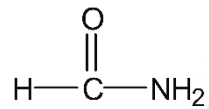
8. สารประเภทแอลกอฮอล์ มีหมู่ฟังก์ชันใด

1. คาร์บอกซิล
2. ไฮดรอกซิล
3. คาร์บอนิล
4. เอไมด์

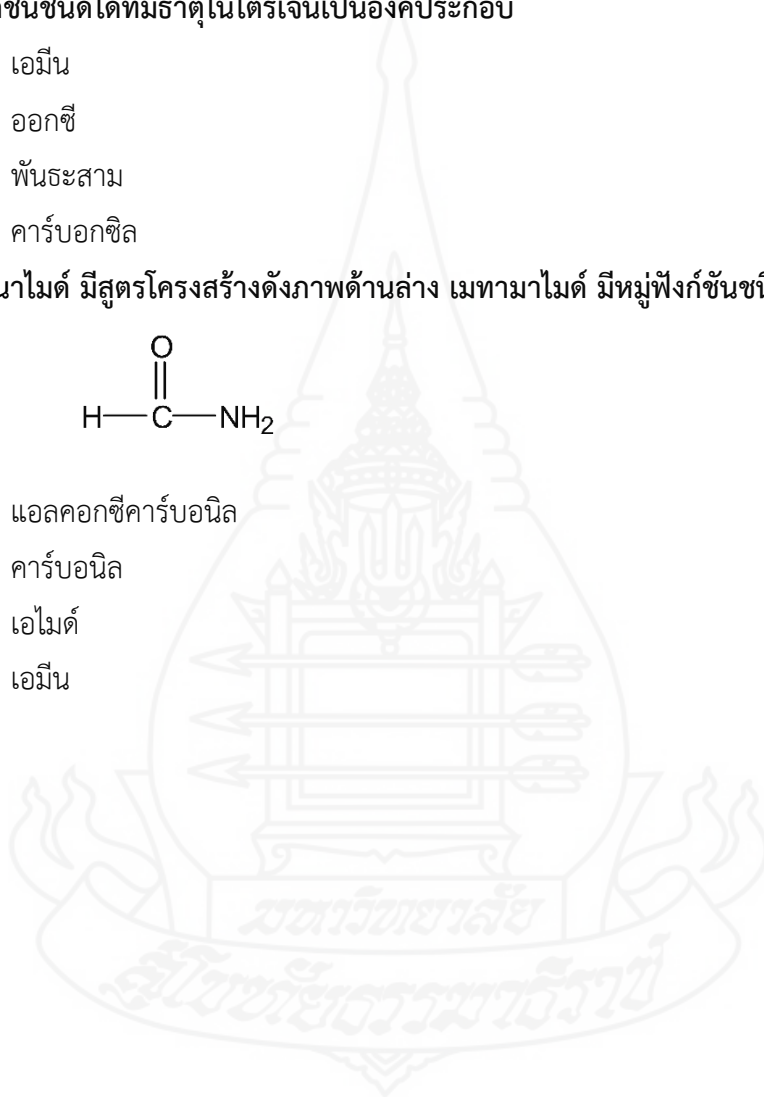
9. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

1. เอมีน
2. ออกซี
3. พันธะสาม
4. คาร์บอกซิล

10. เมทานาไมด์ มีสูตรโครงสร้างดังภาพด้านล่าง เมทานาไมด์ มีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด



1. แอลคอกซีคาร์บอนิล
2. คาร์บอนิล
3. เอไมด์
4. เอมีน





## 1.15 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

## เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	4
2	3	2
3	2	3
4	1	4
5	3	4
6	3	1
7	1	1
8	4	2
9	2	1
10	3	3

## 1.16 แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

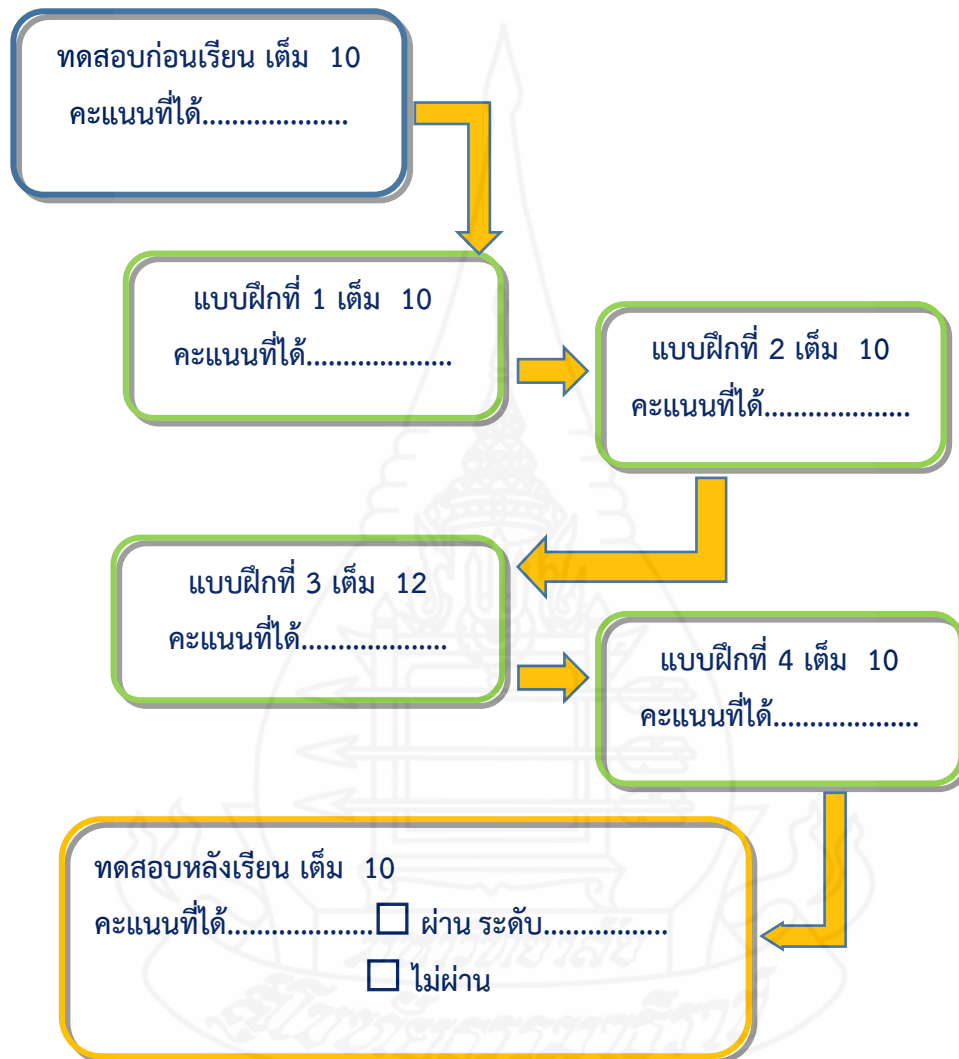


ชื่อ..... ชั้น ม.6/..... เลขที่.....

## แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี 5 เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกตามความเป็นจริง

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน  
(.....)

## เกณฑ์การประเมิน แบบทดสอบ และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ไม่ผ่านเกณฑ์

คะแนนร้อยละ 50-59 ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้

คะแนนร้อยละ 70-79 ผ่านเกณฑ์ระดับดี

คะแนนร้อยละ 50 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 60-69 ผ่านเกณฑ์ระดับปานกลาง

คะแนนร้อยละ 80-100 ผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก

1.17 แบบบันทึกคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์  
 แบบบันทึกคะแนนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์  
 วิชาเคมี 5 เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

เลข ที่	ชื่อ-สกุล	คะแนน						ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
		ก่อน เรียน (10)	แบบฝึกที่				หลัง เรียน (10)		
			1(10)	2(10)	3(12)	4(10)			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

บันทึกเพิ่มเติม.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมิน แบบทดสอบ และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ไม่ผ่านเกณฑ์

คะแนนร้อยละ 50 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 50-59 ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้

คะแนนร้อยละ 60-69 ผ่านเกณฑ์ระดับปานกลาง

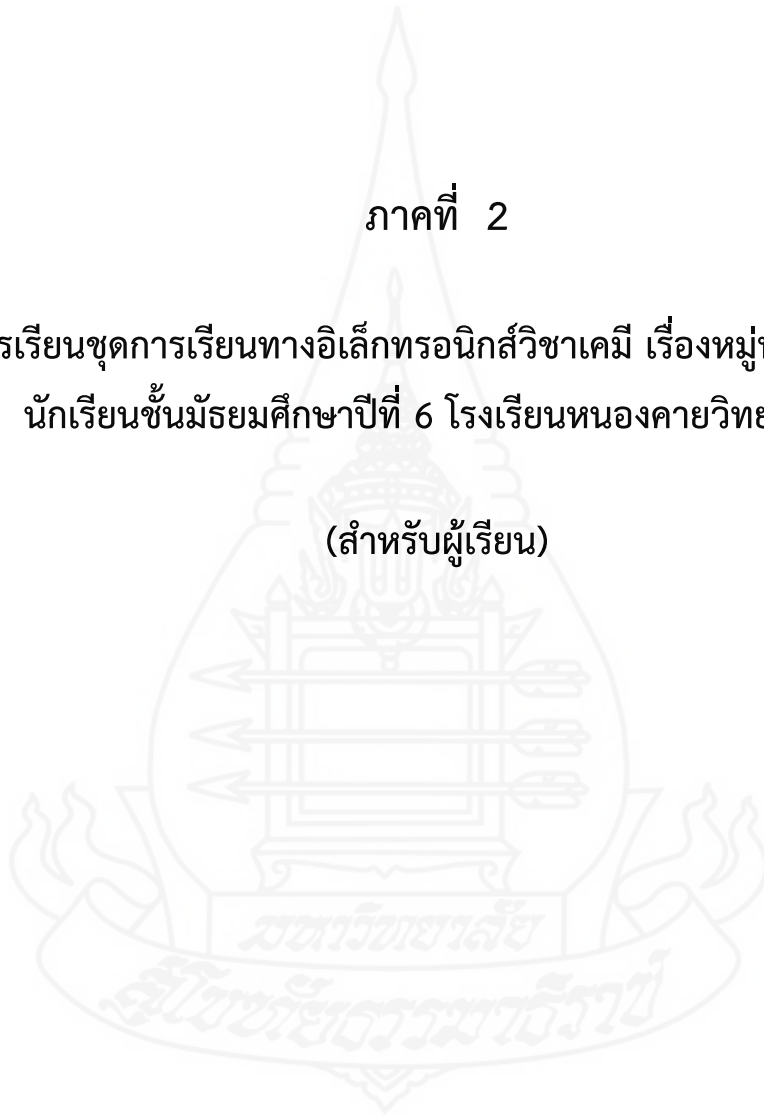
คะแนนร้อยละ 70-79 ผ่านเกณฑ์ระดับดี

คะแนนร้อยละ 80-100 ผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก

## ภาคที่ 2

คู่มือการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

(สำหรับผู้เรียน)





แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาสาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช



คู่มือการเรียนชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร



(สำหรับนักเรียน)

ผู้จัดทำ

นางนिरดา นันทะมีชัย

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร



## 2.1 คำนำ

คู่มือการเรียนชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ | 12

(คู่มือฉบับพิเศษ) วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

### คำนำ

ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร สร้างขึ้นตามหลักสูตรโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร พ.ศ. 2552 (ฉบับปรับปรุง 2558) ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551 โดยมีเนื้อหาในหน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ทั้งในชั่วโมงเรียนวิชาเคมี เวลาว่าง และเวลาหลังเลิกเรียนสามารถเรียนซ้ำเองได้เมื่อต้องการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเรียนการสอน นักเรียนควรศึกษาคู่มือฉบับนี้ล่วงหน้า เพื่อศึกษาบทบาทของนักเรียน และขั้นตอนการเรียนให้เข้าใจ

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการใช้ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์นี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้อย่างมาก และหากมีข้อบกพร่องประการใดขออน้อมรับเพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาต่อไป

นिरดา นันทะมีชัย  
ผู้ผลิต



## 2.2 สารบัญ

คู่มือการเขียนชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ | 13

(คู่มือฉบับเขียน) วิชาเคมี เรื่อง หมู่แก๊สอิน

สารบัญ		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
บทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์		1
ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์		2
ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์		3
แนะนำวิธีใช้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์		4
บันทึกความรู้		6
แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล		10
แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์		11
บรรณานุกรม		12



## 2.3 บทบาทของนักเรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### บทบาทของนักเรียนในการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

1. เข้าเรียนตรงเวลา ศึกษาคู่มือการเรียนรู้ที่ครูแจกให้ล่วงหน้า
2. ศึกษาเนื้อหาในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเองอย่างตั้งใจ
3. ปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนด้วยตนเองอย่างตั้งใจ
4. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนอย่างตั้งใจ
5. ไม่หยอกล้อกันหรือส่งเสียงดังรบกวนคนอื่นขณะปฏิบัติกิจกรรม
6. เมื่อศึกษาความรู้ในบทเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติครบถ้วน ทดสอบ และประเมินตนเองเสร็จเรียบร้อย ให้ส่งคู่มือนักเรียนคืนครูผู้สอน
7. หากนักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือเรียนไม่เข้าใจสามารถสอบถามครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

บทบาทของนักเรียนคือ  
การตั้งใจเรียนด้วยตนเอง  
ให้มากที่สุดนะครับ





## 2.4 ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### ส่วนประกอบของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. คำชี้แจงสำหรับนักเรียน
2. ลงชื่อผู้เรียน
3. วัตถุประสงค์การเรียนรู้
4. แบบทดสอบก่อนเรียน
5. บทเรียน แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

แบบฝึกที่ 1

ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

แบบฝึกที่ 2

ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกที่ 3

ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกที่ 4

6. แบบทดสอบหลังเรียน

7. เกี่ยวกับผู้สอน



## 2.5 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

1. รับคู่มือการเรียนรู้จากครูและศึกษาคู่มือการเรียนรู้
2. ลงชื่อผู้เรียน
3. ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์
4. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
5. ศึกษาบทเรียนและทำแบบฝึกปฏิบัติ แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

แบบฝึกที่ 1

ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

แบบฝึกที่ 2

ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกที่ 3

ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

แบบฝึกที่ 4

นักเรียนสามารถจดบันทึกจากการเรียนรู้ในคู่มือนักเรียนฉบับนี้ได้ทีหน้า 6-9


6. ทำแบบทดสอบหลังเรียน
7. บันทึกคะแนนก่อนเรียน คะแนนการทำแบบฝึกที่ 1-4 และคะแนนทดสอบหลังเรียนลงในแบบบันทึกคะแนนรายบุคคล หน้า 10
8. ตอบแบบสอบถามที่ได้รับแจกพร้อมกับคู่มือเล่มนี้แล้วนำส่งครูผู้สอน
9. หากนักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือเรียนไม่เข้าใจสามารถสอบถามครูผู้สอนได้ตลอดเวลา

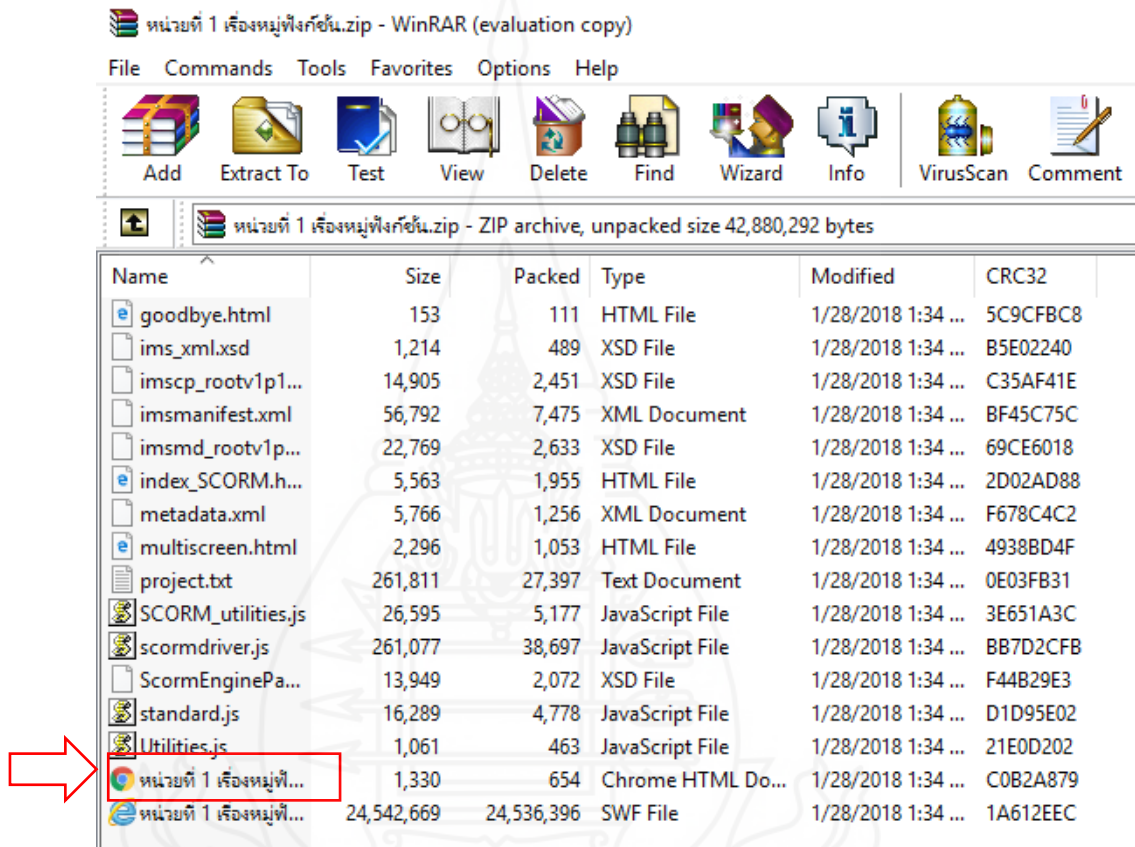


## 2.6 แนะนำวิธีใช้งานชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### แนะนำวิธีใช้งานชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

สามารถเข้าใช้งานแบบออนไลน์และแบบออฟไลน์ ดังนี้

1. การใช้งานแบบออนไลน์คลิกเลือก  ดังภาพ



จากนั้นให้ลงชื่อเข้าใช้งานและศึกษาบทเรียนตามขั้นตอนการเรียนรู้ข้างต้น บันทึกผลการเรียน และส่งงานครูผู้สอนตามที่ได้รับมอบหมาย

## 2. การใช้งานแบบออฟไลน์คลิกเลือก ดึงภาพ

หน่วยที่ 1 เรื่องหมู่ฟังก์ชัน.zip - WinRAR (evaluation copy)

File Commands Tools Favorites Options Help

Add Extract To Test View Delete Find Wizard Info VirusScan Comment

หน่วยที่ 1 เรื่องหมู่ฟังก์ชัน.zip - ZIP archive, unpacked size 42,880,292 bytes

Name	Size	Packed	Type	Modified	CRC32
goodbye.html	153	111	HTML File	1/28/2018 1:34 ...	5C9CFBC8
ims_xml.xsd	1,214	489	XSD File	1/28/2018 1:34 ...	B5E02240
imscp_rootv1p1...	14,905	2,451	XSD File	1/28/2018 1:34 ...	C35AF41E
imsmanifest.xml	56,792	7,475	XML Document	1/28/2018 1:34 ...	BF45C75C
imsmd_rootv1p...	22,769	2,633	XSD File	1/28/2018 1:34 ...	69CE6018
index_SCORM.h...	5,563	1,955	HTML File	1/28/2018 1:34 ...	2D02AD88
metadata.xml	5,766	1,256	XML Document	1/28/2018 1:34 ...	F678C4C2
multiscreen.html	2,296	1,053	HTML File	1/28/2018 1:34 ...	4938BD4F
project.txt	261,811	27,397	Text Document	1/28/2018 1:34 ...	0E03FB31
SCORM_utilities.js	26,595	5,177	JavaScript File	1/28/2018 1:34 ...	3E651A3C
scormdriver.js	261,077	38,697	JavaScript File	1/28/2018 1:34 ...	BB7D2CFB
ScormEnginePa...	13,949	2,072	XSD File	1/28/2018 1:34 ...	F44B29E3
standard.js	16,289	4,778	JavaScript File	1/28/2018 1:34 ...	D1D95E02
Utilities.js	1,061	463	JavaScript File	1/28/2018 1:34 ...	21E0D202
หน่วยที่ 1 เรื่องหมู่ฟั...	1,330	654	Chrome HTML Do...	1/28/2018 1:34 ...	C0B2A879
หน่วยที่ 1 เรื่องหมู่ฟั...	24,542,669	24,536,396	SWF File	1/28/2018 1:34 ...	1A612EEC

จากนั้นให้ลงชื่อเข้าใช้งานและศึกษาบทเรียนตามขั้นตอนการเรียนรู้ข้างต้น บันทึกผลการเรียน และส่งงานครูผู้สอนตามที่ได้รับมอบหมาย

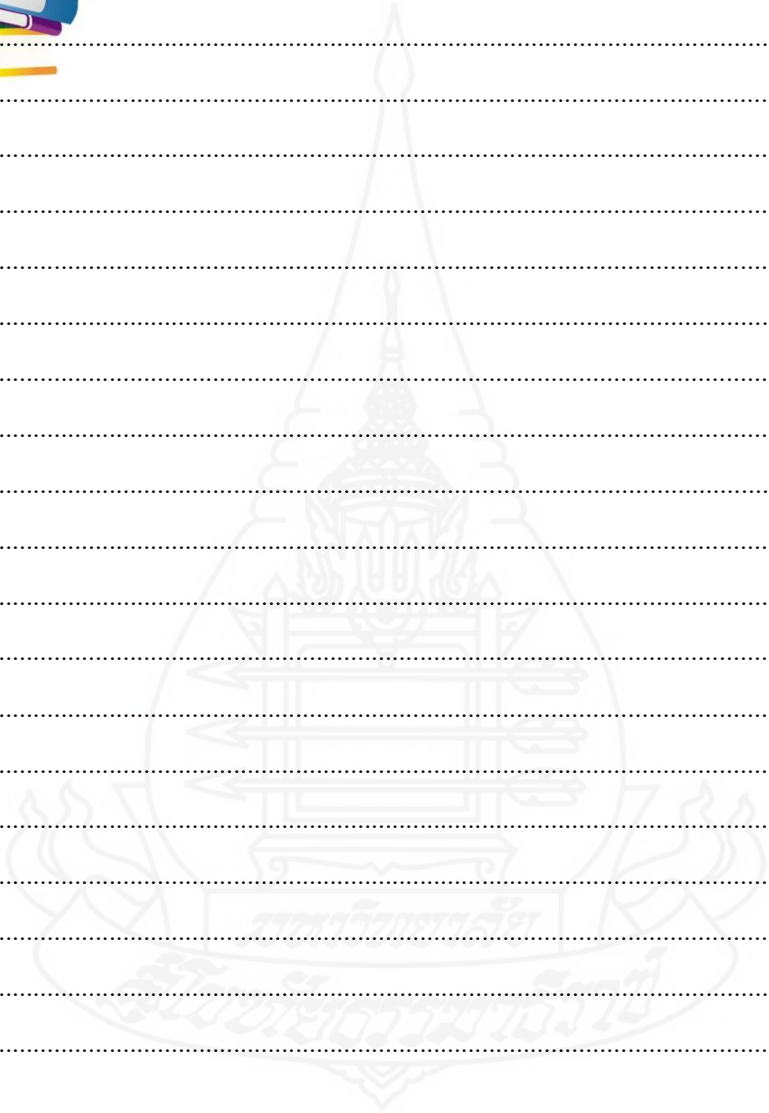
## 2.7 บันทึกความรู้



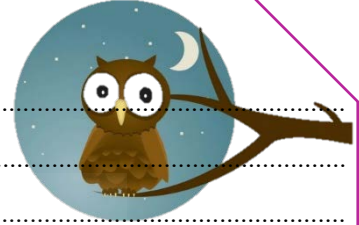
### บันทึกความรู้ ตอนที่ 1



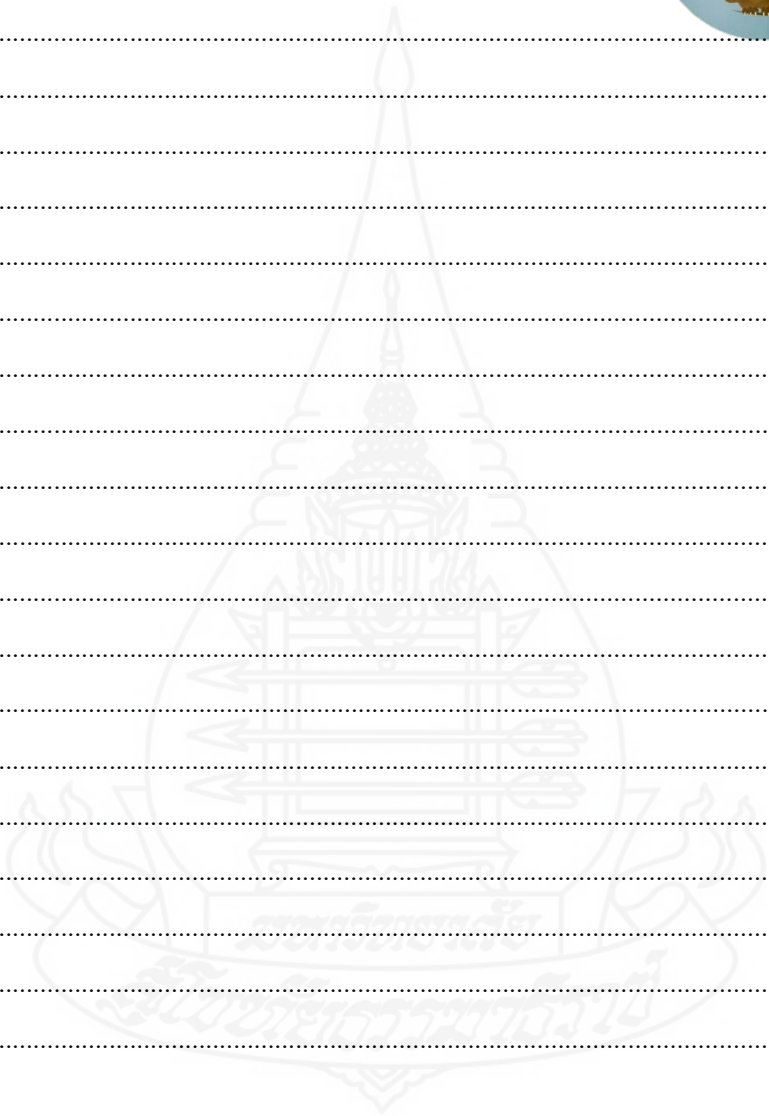
A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.



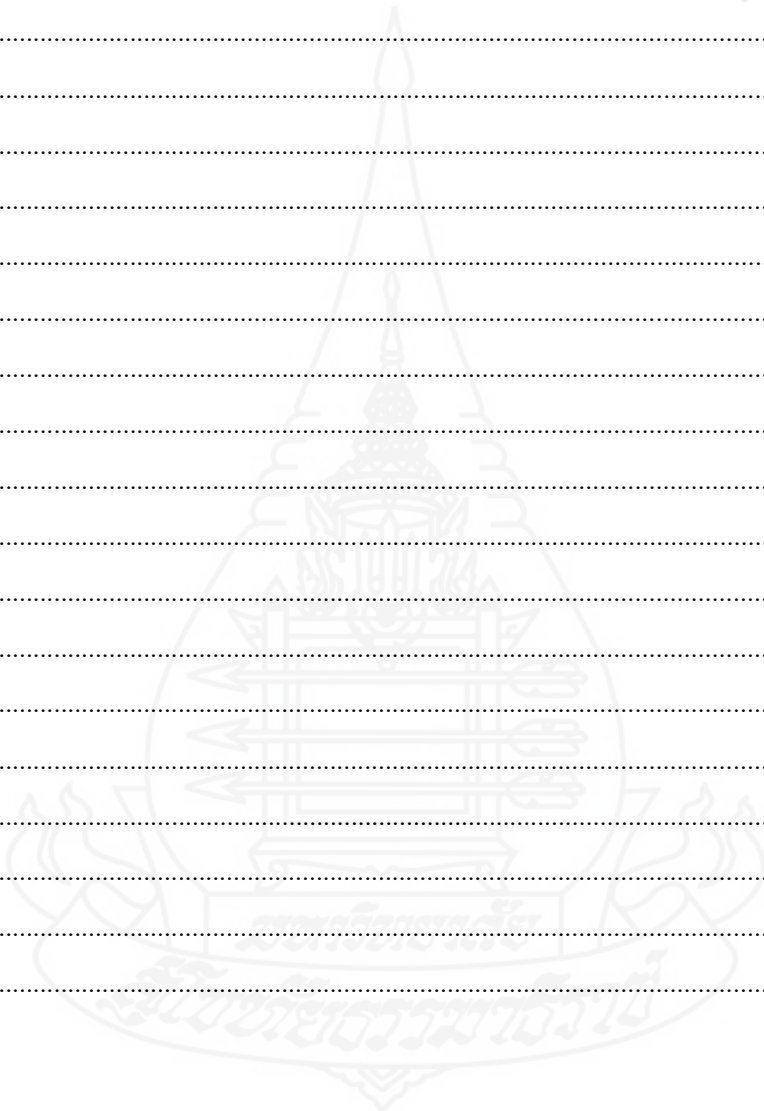
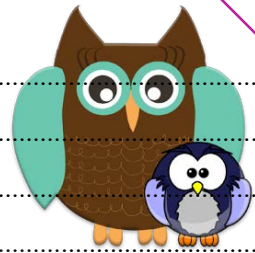
บันทึกความรู้ ตอนที่ 2



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.



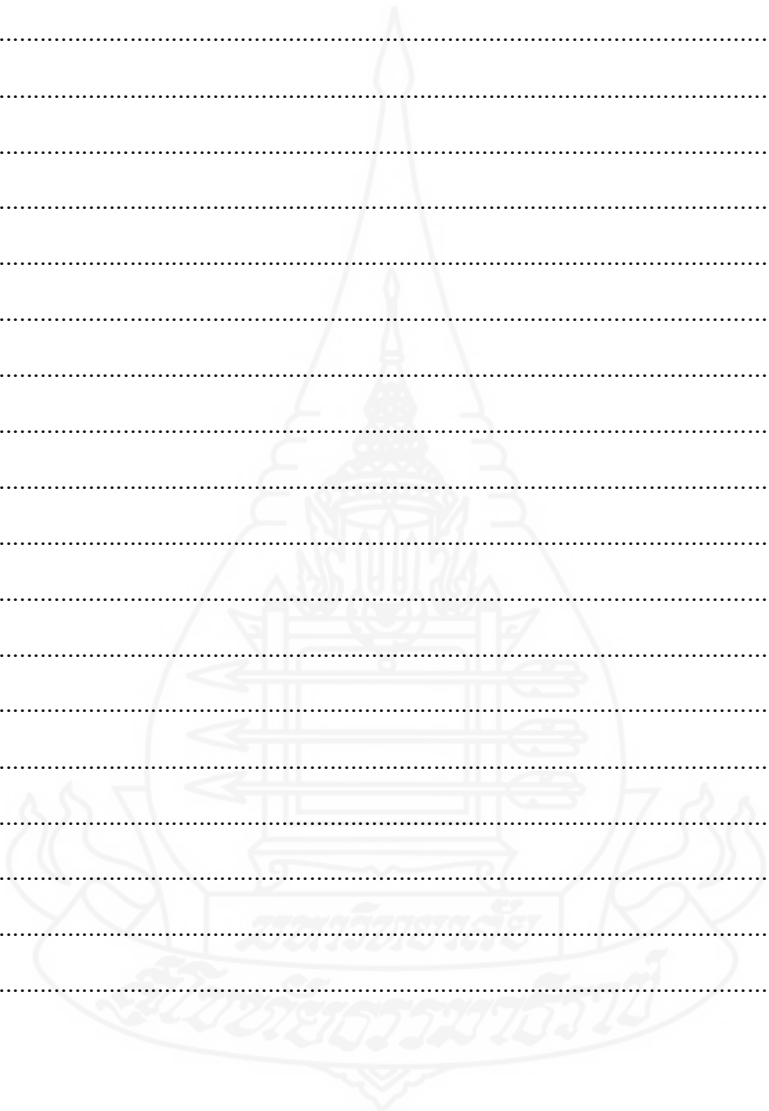
บันทึกความรู้ ตอนที่ 3



# บันทึกความรู้ ตอนที่ 4



A series of horizontal dotted lines for writing, spanning the width of the page.





## 2.8 แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

ชื่อ.....ชั้น ม.6/.....เลขที่.....

### แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี 5 เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกคะแนนลงในแบบบันทึกตามความเป็นจริง

```

graph TD
    A["ทดสอบก่อนเรียน เต็ม 10  
คะแนนที่ได้....."] --> B["แบบฝึกที่ 1 เต็ม 10  
คะแนนที่ได้....."]
    B --> C["แบบฝึกที่ 2 เต็ม 10  
คะแนนที่ได้....."]
    C --> D["แบบฝึกที่ 3 เต็ม 12  
คะแนนที่ได้....."]
    D --> E["แบบฝึกที่ 4 เต็ม 10  
คะแนนที่ได้....."]
    E --> F["ทดสอบหลังเรียน เต็ม 10  
คะแนนที่ได้.....  ผ่าน ระดับ.....  
 ไม่ผ่าน"]
  
```

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เกณฑ์การประเมิน แบบทดสอบ และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ไม่ผ่านเกณฑ์

คะแนนร้อยละ 50-59 ผ่านเกณฑ์ระดับพอใช้

คะแนนร้อยละ 70-79 ผ่านเกณฑ์ระดับดี

คะแนนร้อยละ 50 ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 60-69 ผ่านเกณฑ์ระดับปานกลาง

คะแนนร้อยละ 80-100 ผ่านเกณฑ์ระดับดีมาก

## 2.8 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

### แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

#### คำชี้แจง

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

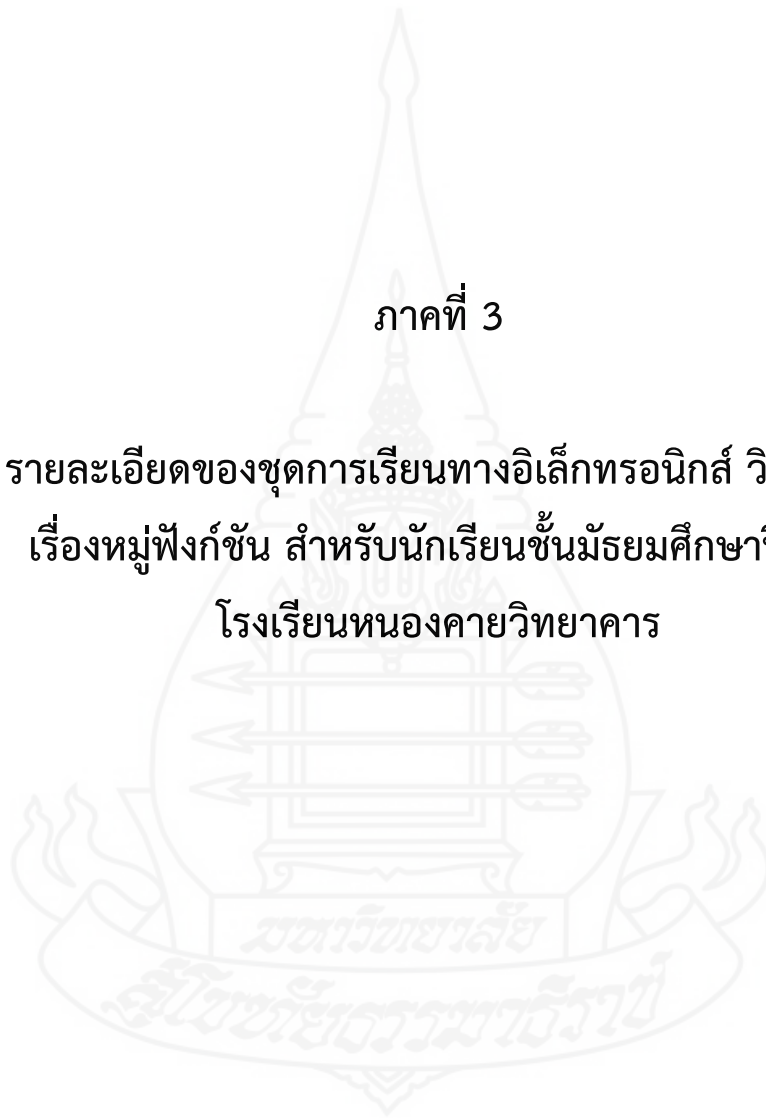
ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
1. แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม					
2. เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย					
3. องค์ประกอบด้าน พื้นหลัง เสียงดนตรี และปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม					
4. ภาพประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น					
5. แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว					
6. แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน					
7. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง					
8. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
9. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้					
10. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
11. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น					
12. นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์					
13. นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น					
14. นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....  
 .....

ภาคที่ 3

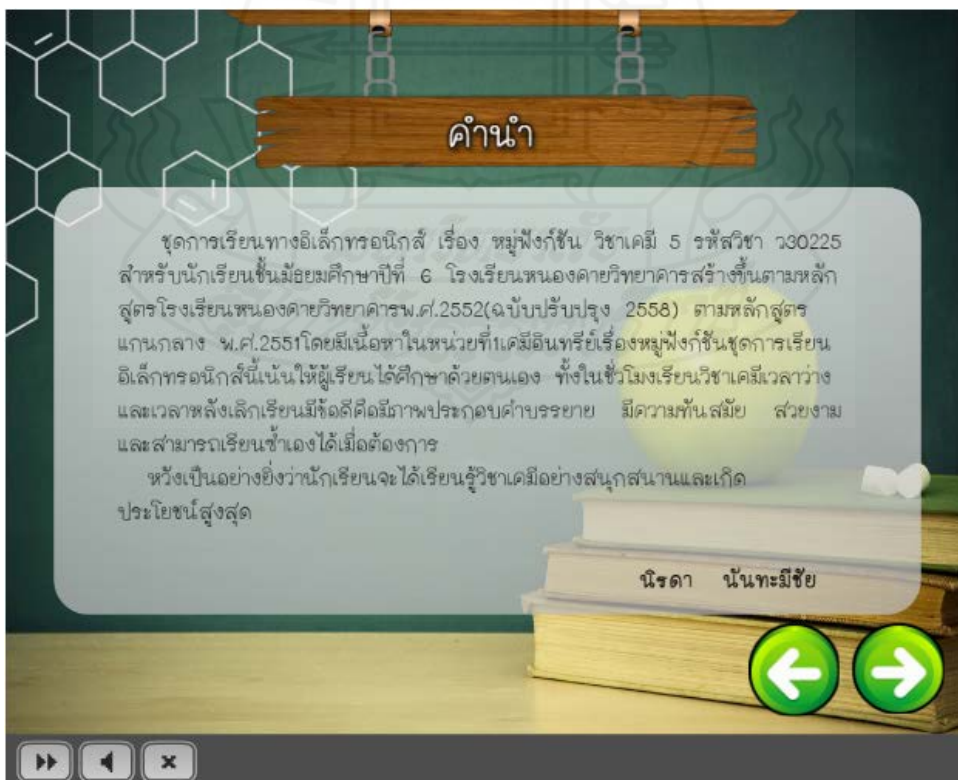
รายละเอียดของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี  
เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร



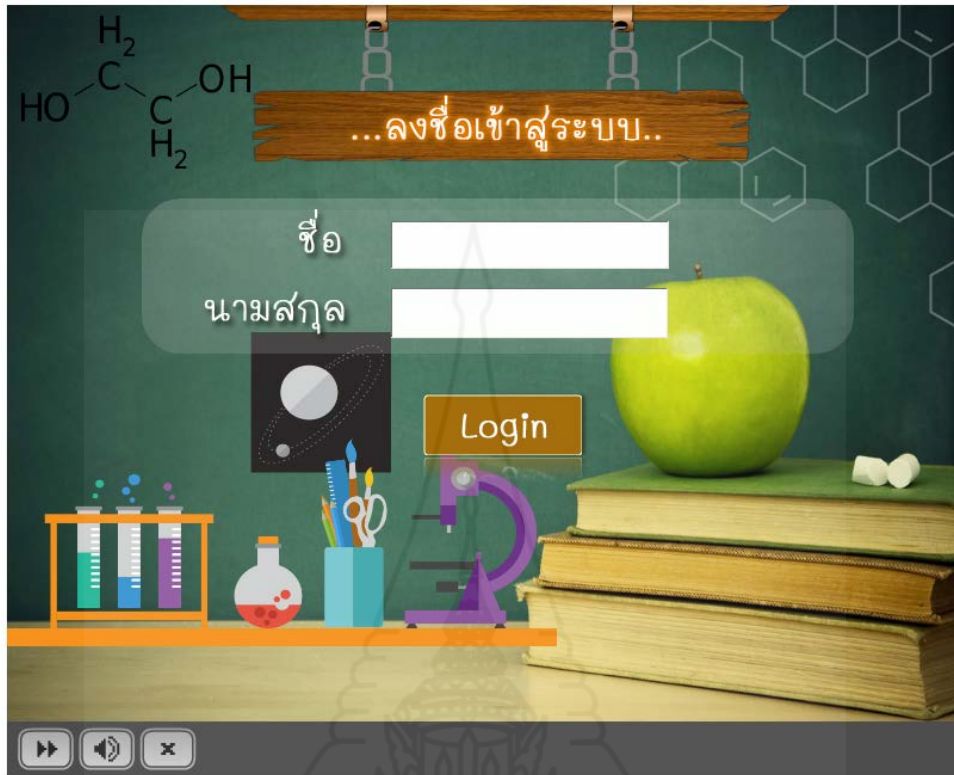
### 3.1 หน้าหลักของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์



### 3.2 คำนำ



### 3.3 ลงชื่อเข้าสู่บทเรียน



### 3.4 เมนูหลัก



### 3.5 คำชี้แจง

**คำชี้แจง**

**จุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง หมายเหตุฟังชัน**  
ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอน ดังนี้

1. ลงชื่อเข้าใช้ด้วยชื่อ-สกุล ระดับชั้น เลขที่จริง
2. อ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจ
3. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ
4. ศึกษาเนื้อหาเรื่องที่ 1 แล้วทำแบบฝึกที่ 1
5. ศึกษาเนื้อหาเรื่องที่ 2 แล้วทำแบบฝึกที่ 2
6. ศึกษาเนื้อหาเรื่องที่ 3 แล้วทำแบบฝึกที่ 3
7. ศึกษาเนื้อหาเรื่องที่ 4 แล้วทำแบบฝึกที่ 4
8. นักเรียนสามารถคลิกย้อนกลับไปที่บทวนเนื้อหาและแบบฝึกได้ตามต้องการ
9. ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ
10. ตรวจสอบคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

ถ้าผ่านเกณฑ์ให้คลิกส่งรายงานคะแนนถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ให้ย้อนกลับไปศึกษาและทดสอบใหม่จนกว่าจะผ่านเกณฑ์หรือติดต่อครูผู้สอนเพื่อฟังคำอธิบายเพิ่มเติมจนกว่าจะได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์ตามจุดพินิจของครูผู้สอน

**สัญลักษณ์ในบทเรียน**

- ไปหน้าหลัก
- ไปกลับ
- ไปต่อไป
- Test
- ไปค้นหาแบบฝึกหัด
- ไปหยุดเพลง

### 3.6 วัตถุประสงค์การเรียนรู้

**วัตถุประสงค์การเรียนรู้**

1. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง ความหมายและหน้าที่ของหมายเหตุฟังชันจบแล้ว สามารถบอกความหมายและหน้าที่ของหมายเหตุฟังชันได้ถูกต้อง
2. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมายเหตุฟังชันพื้นฐานจบแล้ว สามารถบอกลักษณะของหมายเหตุฟังชันพื้นฐานได้ถูกต้อง
3. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมายเหตุฟังชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบจบแล้ว สามารถระบุชนิดของหมายเหตุฟังชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง
4. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมายเหตุฟังชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจบแล้ว สามารถระบุชนิดของหมายเหตุฟังชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง

### 3.7 เมนูเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้



### 3.8 แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์

เรื่อง หมู่น้ำยักซ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

Question 1

1. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของ หมู่น้ำยักซ์ ได้ถูกต้องที่สุด

A) เป็นกลุ่มอะตอมที่พบในสารอินทรีย์

B) เป็นกลุ่มไอออนที่แสดงสมบัติของสารอินทรีย์

C) เป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์

D) เป็นกลุ่มอะตอมที่มีลักษณะพิเศษมีโครงสร้างซับซ้อนทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง

ล้าง      กลับ      ถัดไป      ตอบ

Question 2

2. ข้อใดจัดเป็นหน้าที่ของ หมู่ฟังก์ชัน

- A) ช่วยให้สารอินทรีย์เกิดการละลายน้ำได้
- B) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ของสารอินทรีย์
- C) เป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในโมเลกุลสารอินทรีย์
- D) หมู่ฟังก์ชันช่วยเสริมการทำปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง

Question 3

## 3. สารอินทรีย์ชนิดใดไม่มีหมู่ฟังก์ชัน

- A) แอลดีน
- B) แอลเคน
- C) แอลกอฮอล์
- D) กรดคาร์บอกซิลิก

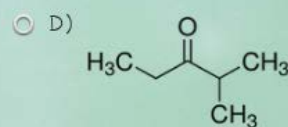
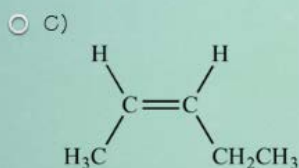
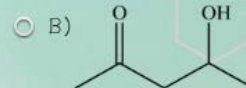
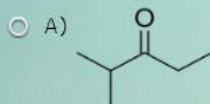
Question 4

## 4. สารประเภทใดที่มีหมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

- A) แอลดีน
- B) แอลเคน
- C) แอลดีไฮด์
- D) แอลกอฮอล์

Question 5

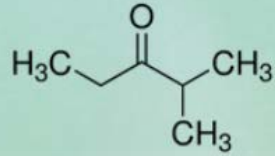
## 5. สารในข้อใดที่มีหมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน ที่ชื่อหมู่ พันธะคู่





6. สารที่มีสูตรโครงสร้างด้านล่างมีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด

- A) อะมิโน
- B) ฟันธะคู
- C) คาร์บอนิล
- D) ไฮดรอกซิล



7. หมู่ฟังก์ชันใดที่ไม่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

- A) อะมิโน
- B) คาร์บอนิล
- C) ไฮดรอกซิล
- D) คาร์บอกซาลดีไฮด์

8. หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จะพบในสารชนิดใด

- A) ดีโตน
- B) เอไมด์
- C) แอลดีไฮด์
- D) แอลกอฮอล์

9. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

- A) ออกซี
- B) เอไมด์
- C) ฟันธะสาม
- D) คาร์บอกซิล

Question 10

10. สารที่มีสูตรโครงสร้างในข้อใดที่มีหมู่ เอไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชัน

A)  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

B)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$

C)  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$

D)  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$

### 3.9 เนื้อหาบทเรียน

#### 3.9.1 ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

ตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

**ความหมายของหมู่ฟังก์ชัน**

หมู่ฟังก์ชัน (Functional Groups) หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ และมักใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ

ตัวอย่างหมู่ฟังก์ชัน เช่น หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชันที่พบในแอลกอฮอล์ และน้ำตาลกลูโคส ดังตัวอย่าง

$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 

เอทานอล

$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ 

กลูโคส

**เรื่องที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน**

จากตัวอย่างจะพบว่า เอทานอล มีหมู่ฟังก์ชัน 1 ชนิด ส่วนกลูโคส มีหมู่ฟังก์ชัน 2 ชนิด แสดงว่าสารอินทรีย์บางประเภทอาจมีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ สำหรับสารไฮโดรคาร์บอนชนิดพื้นฐาน คือ แอลเคน เป็นสารอินทรีย์ชนิดอิ่มตัว โครงสร้างพื้นฐานไม่มีพันธะคู่หรือพันธะสามระหว่าง C อะตอม และไม่มีอะตอมของธาตุอื่นรวมอยู่ด้วย จึงจัดว่าแอลเคนไม่มีหมู่ฟังก์ชัน ตัวอย่างเช่น แก๊สมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) อีเทน ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) ที่มีสูตรโครงสร้างดังภาพ

**มีเทน**

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

**อีเทน**

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$

**เรื่องที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน**

**หน้าที่และความสำคัญของหมู่ฟังก์ชัน** มีดังนี้

1. หมู่ฟังก์ชันทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละชนิด
2. ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของสารอินทรีย์

**ตัวอย่างที่ 1** การเกิดปฏิกิริยาระหว่างเอทานอล ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) กับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมเอทอกไซด์ ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$ ) และแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ )

ซึ่งตำแหน่งในการเกิดปฏิกิริยาคือบริเวณหมู่ฟังก์ชันคือ  
**หมู่ไฮดรอกซิล (-OH)** สังเกตปฏิกิริยาดังนี้



ลองเอาเมาส์  
 สัมผัสที่  
 ช่องว่างunderlineจะ

Interactive chemistry interface showing a laboratory scene with a flask, beaker, and test tubes. A speech bubble explains the reaction mechanism. A ruler and navigation buttons are at the bottom.

**ตัวอย่างที่ 2** การเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติก( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) กับ  
 โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต( $\text{NaHCO}_3$ ) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นโซเดียมแอซิเตต( $\text{CH}_3\text{COONa}$ )  
 น้ำ( $\text{H}_2\text{O}$ ) และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ซึ่งตำแหน่งในการเกิดปฏิกิริยา  
 คือบริเวณหมู่ฟังก์ชัน คือ **หมู่คาร์บอกซิล (-COOH)** สังเกตปฏิกิริยาดังนี้



เนื่องจากหมู่ฟังก์ชันเป็นกลุ่มอะตอมที่เกิดปฏิกิริยาเคมี  
 เฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละประเภทจึงสามารถใช้หมู่ฟังก์ชันเป็นเกณฑ์  
 ในการจำแนกประเภทของสารอินทรีย์ได้นั่นเอง

**ตัวอย่างเช่น หมู่ไฮดรอกซิล (-OH)**

พบในสารประเภทแอลกอฮอล์

**หมู่คาร์บอกซิล (-COOH)**

พบในสารประเภทกรดคาร์บอกซิลิกหรือกรดอินทรีย์

Interactive chemistry interface showing a laboratory scene with a flask, beaker, and test tubes. A text box explains the reaction mechanism. A ruler and navigation buttons are at the bottom.

Test

## แบบฝึกปฏิบัติที่ 1

แบบฝึกปฏิบัติที่ 1      พิจารณาข้อความในแต่ละข้อว่าถูกหรือผิด

Question 11

1. หมู่ฟังก์ชันไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี

A) True

B) False

ล้าง      กลับ      ถัดไป      ตอบ

2. หมู่ฟังก์ชันเป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะของสารอินทรีย์

- A) True
- B) False

3. หมู่ฟังก์ชันจะมีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเสมอ

- A) True
- B) False

4. หมู่ฟังก์ชันบางชนิดมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น หมู่อะมิโน( $-NH_2$ )

- A) True
- B) False

5. พันธะคู่และพันธะสามระหว่างคาร์บอนอะตอมจัดเป็นหมู่ฟังก์ชันด้วย

- A) True
- B) False

6. สารประเภทกรดอินทรีย์จะมีหมู่ไฮดรอกซิล(-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชัน

- A) True
- B) False

7. ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์เรียกว่า หมู่ฟังก์ชัน

- A) True
- B) False

8. หมู่ฟังก์ชันสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทสารอินทรีย์ได้

- A) True
- B) False

9. สารอินทรีย์ที่ไม่มีหมู่ฟังก์ชันคือแอลคีน

- A) True
- B) False

10. สารอินทรีย์บางชนิดอาจมีหมู่ฟังก์ชันได้มากกว่า 1 หมู่

- A) True
- B) False

## 3.9.2 ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

**ตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน**

**หมู่ฟังก์ชัน (Functional Groups)**

ในสารอินทรีย์มีหลายชนิด และสารอินทรีย์บางชนิดมีหมู่ฟังก์ชันได้หลายหมู่ ทำให้สารอินทรีย์มีความหลากหลายและเกิดปฏิกิริยาได้หลายแบบ ซึ่งนักเรียนพอจะทราบแล้วว่าหมู่ฟังก์ชันสามารถใช้จำแนกประเภทของสารอินทรีย์ออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ การเรียนในขั้นนี้

จะแบ่งหมู่ฟังก์ชันออกเป็น 3 กลุ่มเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและจดจำไปใช้ในการเรียนเรื่องสารอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ต่อไป

**หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน (Functional Groups)**

หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน มี 2 ชนิด ดังนี้

1. **หมู่พันธะคู่**  $\text{C}=\text{C}$

พบในสารประเภทแอลคีน (Alkene) ตัวอย่างเช่น อีthin ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )

อีthin หรือ เอทิลีน

**ตัวอย่างสารประเภทแอลคีน ดังนี้**

ไซโคลโพรพีน ( $\text{C}_3\text{H}_4$ )

ไซโคลเพนทีน ( $\text{C}_5\text{H}_8$ )

## หมู่ฟังก์ชัน (Functional Groups)

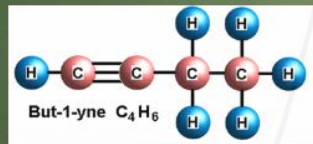
หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน มี 2 ชนิด ดังนี้

2. **หมู่พันธะสาม** พบในสารประเภทแอลไคน์ (Alkyne) ตัวอย่างเช่น  
อีไทม์ ( $C_2H_2$ )

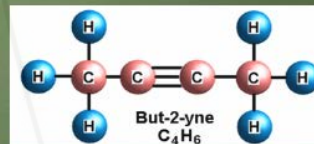


อีไทม์ ( $C_2H_2$ )

ตัวอย่างสารประเภทแอลไคน์ ที่มีหมู่พันธะสาม เป็นหมู่ฟังก์ชัน เช่น



1-บิวไทม์



2-บิวไทม์



Test

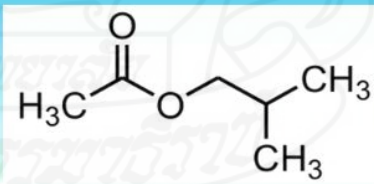
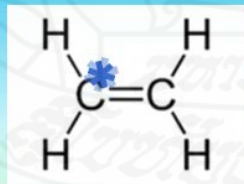
## แบบฝึกปฏิบัติที่ 2



### แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงคลิกที่รูปภาพสารที่มีหมู่ฟังก์ชันพันธะคู่ (แอลคีน) หรือพันธะสาม (แอลไคน์)

1.



ล้าง

กลับ

ถัดไป

ตอบ

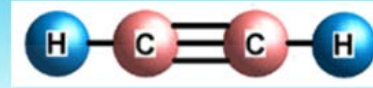
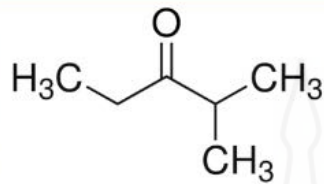




## แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงคลิกที่รูปภาพสารที่มีหมู่ฟังก์ชันพันธะคู่ (แอลคีน) หรือพันธะสาม (แอลไทรีน)

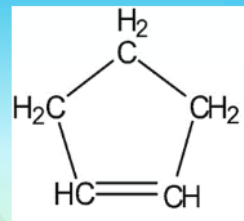
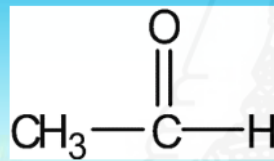
2.



## แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงคลิกที่รูปภาพสารที่มีหมู่ฟังก์ชันพันธะคู่ (แอลคีน) หรือพันธะสาม (แอลไทรีน)

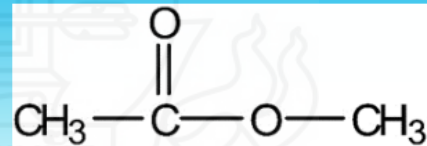
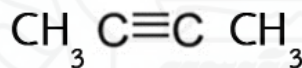
3.



## แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงคลิกที่รูปภาพสารที่มีหมู่ฟังก์ชันพันธะคู่ (แอลคีน) หรือพันธะสาม (แอลไทรีน)

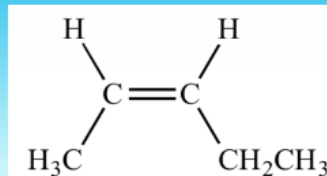
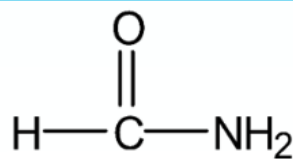
4.



## แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงคลิกที่รูปภาพสารที่มีหมู่ฟังก์ชันพันธะคู่ (แอลคีน) หรือพันธะสาม (แอลไทรีน)

5.



### 3.9.3 ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

ตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ มี 6 ชนิด ดังนี้

1. หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท แอลกอฮอล์และ ฟีนอล เช่น เอทานอล ( $C_2H_6O$ )

เอทานอล

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$

เมทานอล

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$

2. หมู่แอลคอกซีหรือหมู่ออกซี  $-\text{O}-$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท อีเทอร์ เช่น เมทอกซีมีเทน

$$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$$

เมทอกซีมีเทน

3. หมู่คาร์บอกซิล  $-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท กรดอินทรีย์หรือ กรดคาร์บอกซิลิก เช่น กรดเอทานอิกหรือกรดแอสติค

กรดเอทานอิกหรือกรดแอสติค

4. หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OR}'$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท เอสเทอร์  
เช่น เมทิลเอทานอยด์

$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$  เมทิลเอทานอยด์

5. หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท แอลดีไฮด์ เช่น  
เมทานาล

$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$  เมทานาล

4. หมู่คาร์บอนิล  $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$  เป็นหมู่ฟังก์ชันของสารประเภท เอสเทอร์  
เช่น เมทิลเอทานอยด์

$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  โพรพานอน

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  2-เพนทานอน

## แบบฝึกปฏิบัติที่ 3

แบบฝึกปฏิบัติที่ 3    จงจับคู่ข้อความที่สัมพันธ์กัน

1. หมู่คาร์บอกซิล

2. หมู่ไฮดรอกซิล

3. หมู่คาร์บอนิล

4. สารที่มีหมู่ฟังก์ชันที่เกิดจากพันธะสามระหว่างคาร์บอนอะตอม

5. หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล

6. หมู่เอทอกซี

7. หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์

A)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$

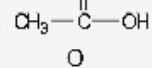
B) 

C) 

D) 

E) แอลไคน์

F) 

G) 

H) 

กลับ    ล้าง    ส่งคำตอบ

▶ ◀ ✕



### 3.9.4 ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

ตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ มี 2 ชนิด ดังนี้

1. **หมู่เอะมีน (-NH<sub>2</sub>)** พบในสารอินทรีย์ประเภท เอมีน  
เช่น เมทานาามีน (CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub>)

CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub>      CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>      CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>  
เมทานาามีน      เอทานาามีน      โพรพานาามีน

2. **หมู่เอไมด์**  พบในสารอินทรีย์ประเภทเอไมด์  
เช่น เมทานาไมด์ เอทานาไมด์ ดังภาพ

        
เมทานาไมด์      เอทานาไมด์

**\*\*\*หมู่เอไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชันที่มีทั้งธาตุออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ**

Test

## แบบฝึกปฏิบัติที่ 4

แบบฝึกปฏิบัติที่ 4

จงคลิกที่รูปภาพสารที่มีหมู่อะมิโน หรือเอไมด์

Question 27

1.

$$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$$

$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$$

2.

$$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$$

$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$$

3.

$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$$

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$$

4.

$$\text{CH}_3-\text{NH}_2$$

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$$

5.

$$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} & & \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$$

### 3.10 แบบทดสอบหลังเรียน

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
 วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์  
 เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. “กลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์” ตรงกับข้อใด

A) สารอินทรีย์สังเคราะห์  
 B) โครงสร้างตาข่าย  
 C) กรดคาร์บอกซิลิก  
 D) หมู่ฟังก์ชัน

ล่าง      กลับ      ถัดไป      ตอบ

2. หมู่ฟังก์ชัน มีหน้าที่ตามข้อใดถูกต้องที่สุด

A) หมู่ฟังก์ชันช่วยเสริมการทำปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง  
 B) เป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในโมเลกุลสารอินทรีย์  
 C) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ของสารอินทรีย์  
 D) ช่วยให้สารอินทรีย์เกิดการละลายน้ำได้

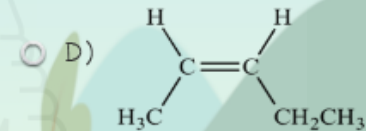
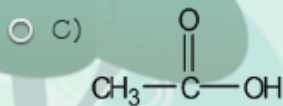
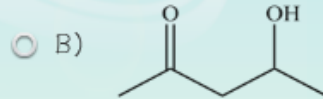
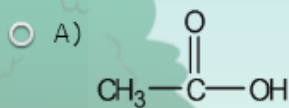
3. สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด และไม่มีธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบหลัก คือข้อใด

A) กรดคาร์บอกซิลิก  
 B) แอลกอฮอล์  
 C) แอลเคน  
 D) แอลดีน

4. แอลดีน และแอลไคน์ จัดเป็นสารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว เพราะมีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด

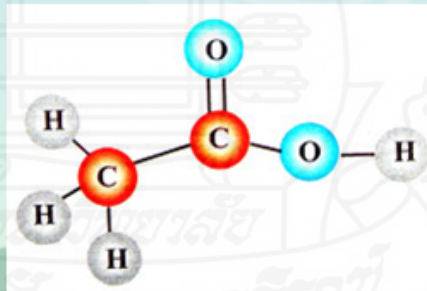
- A) อะมิโน  
 B) ฟังก์ชันคู่  
 C) ฟังก์ชันสาม  
 D) ถูกข้อ B และ C

5. สารในข้อใดมีหมู่ ฟังก์ชันคู่ เป็นหมู่ฟังก์ชัน



6. สารที่มีสูตรโครงสร้างดังภาพด้านล่าง มีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด

- A) ออกซี  
 B) ฟังก์ชันคู่  
 C) คาร์บอนิล  
 D) คาร์บอกซิล



7. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

- A) ออกซี  
 B) เอมีน  
 C) ฟังก์ชันสาม  
 D) คาร์บอกซิล



8. สารประเภทแอลกอฮอล์มีหมู่ฟังก์ชันใด

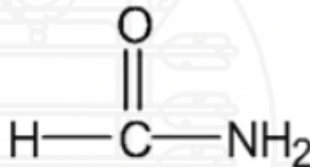
- A) คาร์บอกซิล
- B) ไฮดรอกซิล
- C) คาร์บอนิล
- D) เอไมด์

9. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

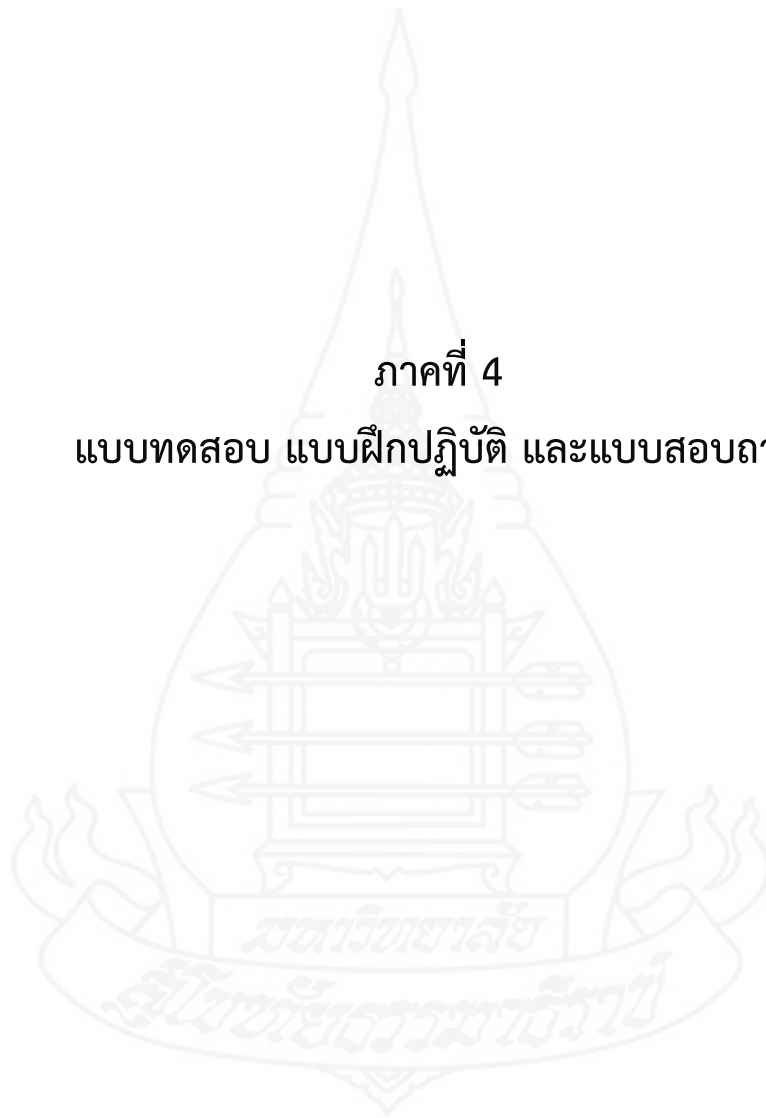
- A) เอมีน
- B) ออกซี
- C) พันธะสาม
- D) คาร์บอกซิล

10. เมทานาไมด์ มีสูตรโครงสร้างดังภาพด้านล่าง เมทานาไมด์มีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด

- A) แอลคอกซีคาร์บอนิล
- B) คาร์บอนิล
- C) เอไมด์
- D) เอมีน



ภาคที่ 4  
แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ และแบบสอบถาม



## 4.1 แบบทดสอบก่อนเรียน

### แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาการ

คำชี้แจง แบบทดสอบชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตัวเลือก  
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เมื่อทำครบทุกข้อแล้วให้กด ส่งแบบทดสอบ

#### 1. ข้อใดกล่าวถึงความหมายของ หมู่ฟังก์ชัน ได้ถูกต้องที่สุด

1. เป็นกลุ่มอะตอมที่พบในสารอินทรีย์
2. เป็นกลุ่มไอออนที่แสดงสมบัติของสารอินทรีย์
3. เป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์
4. เป็นกลุ่มอะตอมที่มีลักษณะพิเศษมีโครงสร้างซับซ้อนทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมี  
รุนแรง

#### 2. ข้อใดจัดเป็นหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน

1. ช่วยให้สารอินทรีย์เกิดการละลายน้ำได้
2. เป็นส่วนที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ของสารอินทรีย์
3. เป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในโมเลกุลสารอินทรีย์
4. หมู่ฟังก์ชันช่วยเสริมการทำปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง

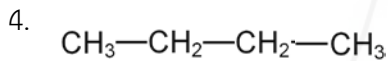
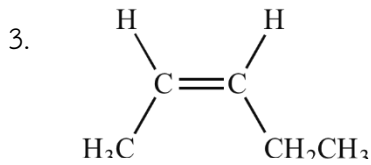
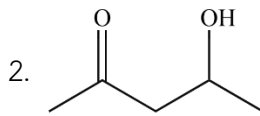
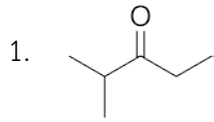
#### 3. สารอินทรีย์ชนิดใดไม่มีหมู่ฟังก์ชัน

1. แอลคีน
2. แอลเคน
3. แอลกอฮอล์
4. กรดคาร์บอกซิลิก

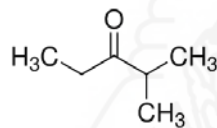
#### 4. สารประเภทใดที่มีหมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน

1. แอลคีน
2. แอลเคน
3. แอลดีไฮด์
4. แอลกอฮอล์

5. สารในข้อใดที่มีหมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน ที่ชื่อหมู่ พันธะคู่



6. สารที่มีสูตรโครงสร้างด้านล่างมีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด



1. อะมิโน
2. พันธะคู่
3. คาร์บอนิล
4. ไฮดรอกซิล

7. หมู่ฟังก์ชันใดที่ไม่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

1. อะมิโน
2. คาร์บอนิล
3. ไฮดรอกซิล
4. คาร์บอกซาลดีไฮด์

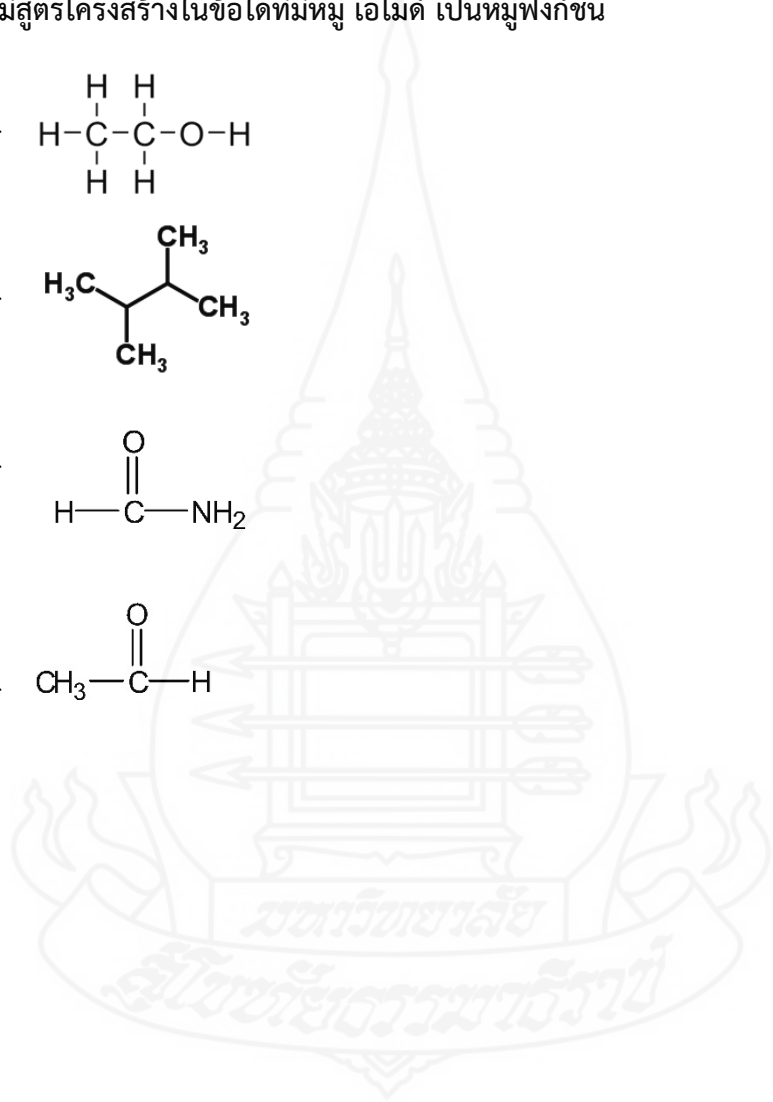
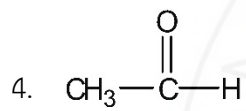
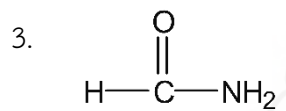
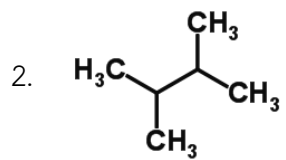
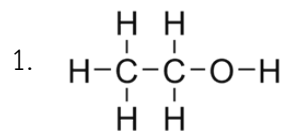
8. หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) จะพบในสารชนิดใด

1. คีโตน
2. เอไมด์
3. แอลดีไฮด์
4. แอลกอฮอล์

9. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

1. ออกซี
2. เอไมด์
3. ฟีนอะสาม
4. คาร์บอกซิล

10. สารที่มีสูตรโครงสร้างในข้อใดที่มีหมู่ เอไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชัน



## 4.2 แบบทดสอบหลังเรียน

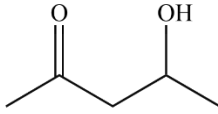
### แบบทดสอบหลังเรียน

วิชาเคมี 5 รหัส ว30225 หน่วยที่ 1 เคมีอินทรีย์ เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

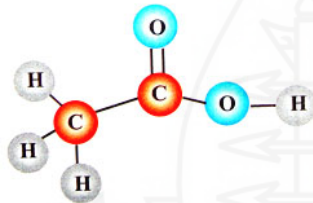
**คำชี้แจง** แบบทดสอบชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกตัวเลือก  
ที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว เมื่อทำครบทุกข้อแล้วให้กต ส่งแบบทดสอบ

1. “กลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในสารประกอบอินทรีย์” ตรงกับข้อใด
  1. สารอินทรีย์สังเคราะห์
  2. โครรงผลึกแร่ธาตุ
  3. กรดคาร์บอกซิลิก
  4. หมู่ฟังก์ชัน
2. หมู่ฟังก์ชัน มีหน้าที่ตามข้อใดถูกต้องที่สุด
  1. หมู่ฟังก์ชันช่วยเสริมการทำปฏิกิริยาทำให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาเคมีรุนแรง
  2. เป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีในโมเลกุลสารอินทรีย์
  3. เป็นส่วนที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ของสารอินทรีย์
  4. ช่วยให้สารอินทรีย์เกิดการละลายน้ำได้
3. สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด และไม่มีธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบหลัก  
คือข้อใด
  1. กรดคาร์บอกซิลิก
  2. แอลกอฮอล์
  3. แอลเคน
  4. แอลคีน
4. แอลคีน และแอลไคน์ จัดเป็นสารไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว เพราะมีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด
  1. อะมิโน
  2. พันธะคู่
  3. พันธะสาม
  4. ถูกทั้ง ข้อ 2 และข้อ 3

5. สารในข้อใดมีหมู่ พันธะคู่ เป็นหมู่ฟังก์ชัน

1.  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
2. 
3.  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
4.  $\begin{array}{c} \text{H} \qquad \qquad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_3\text{C} \qquad \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$

6. สารที่มีสูตรโครงสร้างดังภาพด้านล่าง มีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด



1. คาร์บอกซิล
2. คาร์บอนิล
3. พันธะคู่
4. ออกซี

7. หมู่ฟังก์ชันใดที่มีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ

1. คาร์บอกซาลดีไฮด์
2. พันธะสาม
3. พันธะคู่
4. อะมิโน

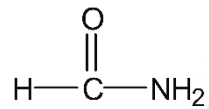
8. สารประเภทแอลกอฮอล์ มีหมู่ฟังก์ชันใด

1. คาร์บอกซิล
2. ไฮดรอกซิล
3. คาร์บอนิล
4. เอไมด์

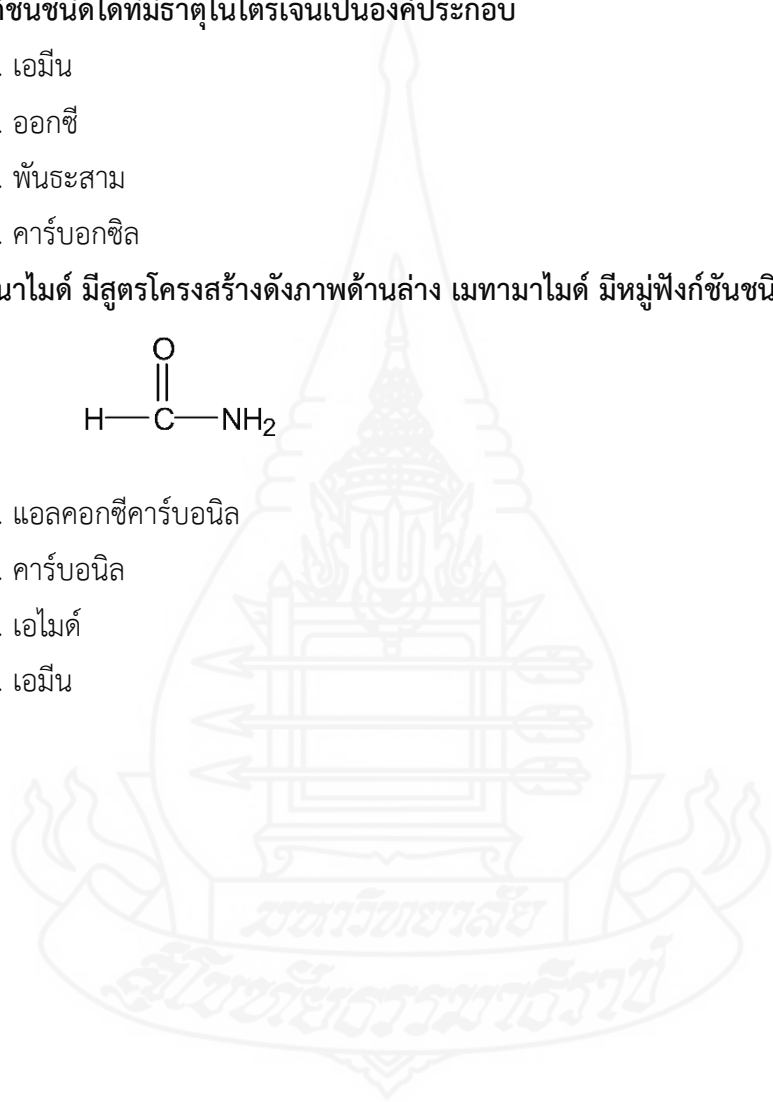
9. หมู่ฟังก์ชันชนิดใดที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

1. เอมีน
2. ออกซี
3. พันธะสาม
4. คาร์บอกซิล

10. เมทานาไมด์ มีสูตรโครงสร้างดังภาพด้านล่าง เมทานาไมด์ มีหมู่ฟังก์ชันชนิดใด



1. แอลคอกซีคาร์บอนิล
2. คาร์บอนิล
3. เอไมด์
4. เอมีน





### 4.3 เกลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

#### เเกลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

ข้อที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	4
2	3	2
3	2	3
4	1	4
5	3	4
6	3	1
7	1	1
8	4	2
9	2	1
10	3	3

### 4.4 แบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน

#### 4.4.1 แบบฝึกปฏิบัติที่ 1

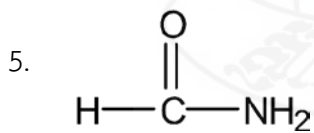
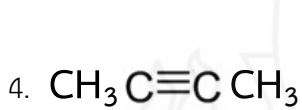
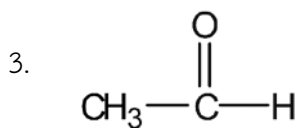
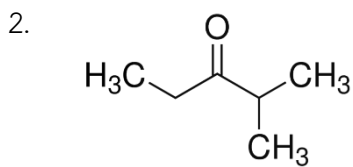
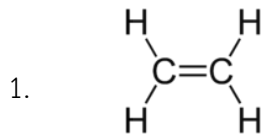
พิจารณาข้อความในแต่ละข้อว่าถูกหรือผิด

ถูก	ผิด	ข้อ
		1. หมูฟังก์ชันไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี
		2. หมูฟังก์ชันเป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะของสารอินทรีย์
		3. หมูฟังก์ชันจะมีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเสมอ
		4. หมูฟังก์ชันบางชนิดมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น หมูอะมิโน (-NH <sub>2</sub> )
		5. พันธะคู่และพันธะสามระหว่างคาร์บอนอะตอมจัดเป็นหมูฟังก์ชันด้วย
		6. สารประเภทกรดอินทรีย์จะมีหมูไฮดรอกซิล(-OH) เป็นหมูฟังก์ชัน
		7. ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์เรียกว่า หมูฟังก์ชัน
		8. หมูฟังก์ชันสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทสารอินทรีย์ได้
		9. สารอินทรีย์ที่ไม่มีหมูฟังก์ชันคือแอลคีน
		10. สารอินทรีย์บางชนิดอาจมีหมูฟังก์ชันได้มากกว่า 1 หมู

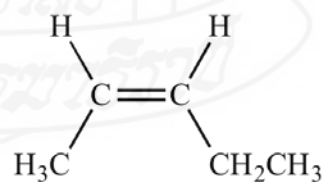
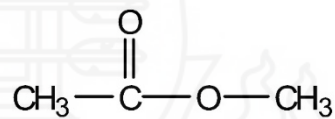
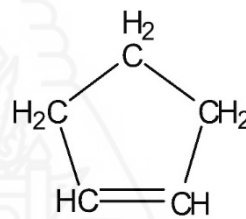
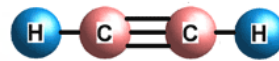
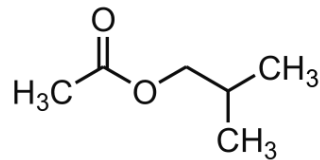
## 4.4.2 แบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงเลือกสารที่มีหมู่ฟังก์ชัน พันธะคู่(แอลคีน) หรือ พันธะสาม(แอลไคน์)

ตัวเลือก A

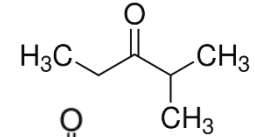
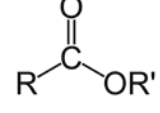
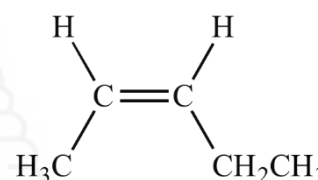
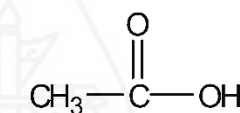
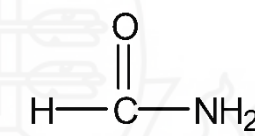
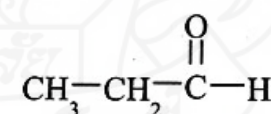
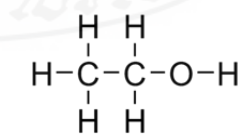


ตัวเลือก B



## 4.4.2 แบบฝึกปฏิบัติที่ 3

จงจับคู่ข้อความที่สัมพันธ์กัน โดยนำตัวอักษรในคอลัม B มาเติมหน้าชื่อ ในคอลัม A

คอลัม A	คอลัม B
.....1 หมู่คาร์บอกซิล	a. $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
.....2 หมู่ไฮดรอกซิล	b. 
.....3 หมู่คาร์บอนิล	c. 
.....4 หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล	d. 
.....5 หมู่ออกซี	e. 
.....6 หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์	f. 
	g. 
	h. 

## 4.4.2 แบบฝึกปฏิบัติที่ 4

จงเลือกสารที่มีหมู่อะมิโน หรือ หมู่เอไมด์

ตัวเลือก A

ตัวเลือก B

- |    |                                                   |                                       |
|----|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. |                                                   | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ |
| 2. |                                                   |                                       |
| 3. | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ |                                       |
| 4. | $\text{CH}_3\text{-NH}_2$                         |                                       |
| 5. |                                                   |                                       |

## 4.5 แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน

### 4.5.1 แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติที่ 1

พิจารณาข้อความในแต่ละข้อว่าถูกหรือผิด

ถูก	ผิด	ข้อ
	×	1. หมู่ฟังก์ชันไม่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี
✓		2. หมู่ฟังก์ชันเป็นกลุ่มอะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะของสารอินทรีย์
	×	3. หมู่ฟังก์ชันจะมีธาตุออกซิเจนเป็นองค์ประกอบเสมอ
✓		4. หมู่ฟังก์ชันบางชนิดมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น หมู่อะมิโน (-NH <sub>2</sub> )
✓		5. พันธะคู่และพันธะสามระหว่างคาร์บอนอะตอมจัดเป็นหมู่ฟังก์ชันด้วย
	×	6. สารประเภทกรดอินทรีย์จะมีหมูไฮดรอกซิล(-OH) เป็นหมู่ฟังก์ชัน
✓		7. ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเคมีของสารอินทรีย์เรียกว่า หมู่ฟังก์ชัน
✓		8. หมู่ฟังก์ชันสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทสารอินทรีย์ได้
	×	9. สารอินทรีย์ที่ไม่มีหมู่ฟังก์ชันคือแอลคีน
✓		10. สารอินทรีย์บางชนิดอาจมีหมู่ฟังก์ชันได้มากกว่า 1 หมู่

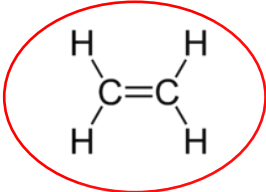
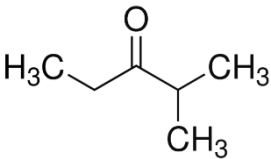
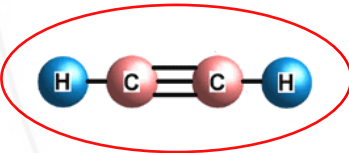
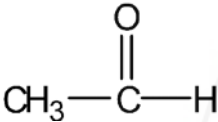
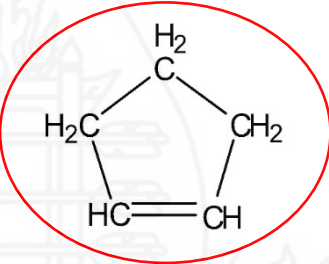
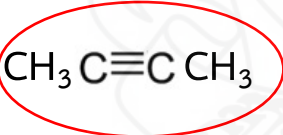
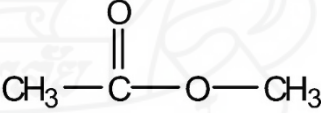
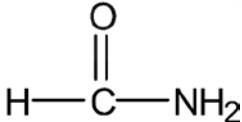
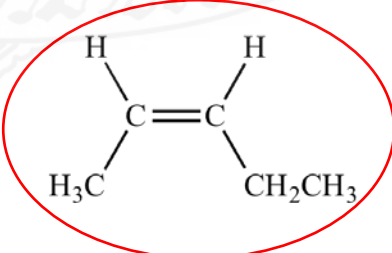


## 4.5.2 แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติที่ 2

จงเลือกสารที่มีหมู่ฟังก์ชัน พันธะคู่(แอลคีน) หรือ พันธะสาม(แอลไคน์)

ตัวเลือก A

ตัวเลือก B

1. 
2.  
3.  
4.  
5.  

## 4.5.3 แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติที่ 3

จงจับคู่ข้อความที่สัมพันธ์กัน โดยนำตัวอักษรในคอลัม B มาเติมหน้าข้อ ในคอลัม A

คอลัม A	คอลัม B
.....e.....1 หมู่คาร์บอกซิล	a. $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
.....h.....2 หมู่ไฮดรอกซิล	b. $\text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-C(=O)-CH(CH}_3\text{)-CH}_3$
.....b.....3 หมู่คาร์บอนิล	c. $\text{R-C(=O)-OR}'$
.....c.....4 หมู่แอลคอกซีคาร์บอนิล	d. $\text{H}_3\text{C-CH=CH-CH}_2\text{CH}_3$
.....a.....5 หมู่ออกซี	e. $\text{CH}_3\text{-C(=O)-OH}$
.....g.....6 หมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์	f. $\text{H-C(=O)-NH}_2$
	g. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-H}$
	h. $\text{H}_2\text{C-OH}$

## 4.5.3 แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติที่ 4

จงเลือกสารที่มีหมู่อะมิโน หรือ หมู่เอไมด์

ตัวเลือก A

ตัวเลือก B

1.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$
2.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-NH}_2$
3.  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_2$
4.  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$
5.



#### 4.6 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

##### แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

##### คำชี้แจง

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
1. แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม					
2. เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย					
3. องค์ประกอบด้าน พื้นหลัง เสียงดนตรี และปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม					
4. ภาพประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น					
5. แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว					
6. แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน					
7. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง					
8. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
9. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้					
10. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
11. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น					
12. นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์					
13. นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น					
14. นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

## บทที่ 6

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีสรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

##### 1.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา

##### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

###### 1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

###### 1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

- 1) เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน
- 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

##### 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีความคิดเห็นต่อการเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ในระดับมาก

## 1.4 การดำเนินการวิจัย

### 1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จังหวัดหนองคายที่กำลังศึกษารายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 76 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร จังหวัดหนองคายที่กำลังศึกษารายวิชาเคมี 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

### 1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ได้แก่ (1) ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โดยศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนและทำแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียนโดยการทำแบบฝึกปฏิบัติท้ายเรื่อง (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ใช้วัดพฤติกรรมการด้านพุทธิพิสัย แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.43-0.70 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27-0.60 และค่าความเชื่อมั่นระหว่าง 0.60 – 0.64 และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน เป็นแบบมาตรวัดประมาณค่า จำนวน 14 ข้อ และแบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว

### 1.4.3 การรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ คือ (1) ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ เป็นเวลา 3 วัน คือทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว วันที่ 11 มกราคม 2561 ทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม วันที่ 18 มกราคม 2561 และทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม วันที่ 25 มกราคม 2561 ใช้เวลาวันละ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 14.30 – 16.30 น. (3) ขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบด้วย ทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน และทดสอบหลังเรียน (4) ผู้วิจัยได้เก็บคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบฝึกปฏิบัติมาวิเคราะห์ข้อมูล และ (5) ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนโดยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน

#### 1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเกณฑ์  $E_1/E_2$  โดยตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 โดยยอมรับความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$

2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยการนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างแต่ละคู่ และนำไปทดสอบค่าที (t-test)

3) แบบสอบถามความคิดเห็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

#### 1.5 ผลการวิจัย

จากการวิจัยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพ คือ 80.79/79.33 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.5.2 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ในภาพรวมอยู่ในระดับ เห็นด้วยมาก

## 2. อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อภิปรายผลได้ดังนี้

### 2.1 ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผล 2 ประการ ดังต่อไปนี้ (1) การผลิตชุดการ

เรียนทางอิเล็กทรอนิกส์มีกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบ (2) นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการผลิตชุดการสอนอิเล็กทรอนิกส์อย่างเหมาะสม

### 2.1.1 การผลิตชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์มีกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบ

ผู้วิจัยได้นำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาพัฒนาเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นสื่อ ในการนำเสนอเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย (1) ตัวอักษร ภาพ ภาพนิ่ง และเสียง ในลักษณะสื่อหลายมิติทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการเรียนไม่รู้สึกรู้หาย (2) สร้างบรรยากาศในการเรียนให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจ (3) สร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียน (4) มีการวิเคราะห์หลักสูตรจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อม และแรงจูงใจในการเรียนของแต่ละคน และ (5) มีการทำแบบฝึกปฏิบัติท้ายหน่วยเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียน ซึ่งในประเด็นนี้สอดคล้องกับชัยยงค์ พรหมวงศ์ และนิคมทาแดง (อ้างถึงในปองพจน์ ชาญโลหะ, 2547 น.36) ได้กล่าวว่า ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นชุดสื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก ผลิตอย่างเป็นระบบเพื่อให้เป็นสื่อที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้าด้วยการกำหนดเนื้อหาสาระ สื่อการสอน กิจกรรมการเรียน สภาพแวดล้อม และการประเมินผล ทำให้นักเรียนเรียนได้อย่างกระฉับกระเฉง ได้รับการเสริมแรงที่เป็นความสำเร็จและความภาคภูมิใจ และได้ใคร่ครวญเรียนรู้ตามลำดับขั้น

จากการสังเกตจะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนในชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น จึงมีความเข้าใจเนื้อหาสาระ และสามารถสรุปเนื้อหาสาระได้ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งในการสอบถามความคิดเห็นพบว่า ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.67$ ) นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ ) และชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.53$ )

**2.1.2 นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการผลิตชุดการสอนอิเล็กทรอนิกส์อย่างเหมาะสม** จากกระบวนการผลิตชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ในขั้นวิเคราะห์เนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรและวัยผู้เรียน ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพัฒนาการทางสติปัญญา ดังนี้

1) ทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) ประยุกต์ใช้ (1) เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากันแต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา (2) ผู้สอนควรสอนสิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่างๆ ได้ดีขึ้น

2) ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ (Bruner) เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) ซัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, น. 27-28) ประยุกต์ใช้ (1) จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน (3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี (4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน (5) ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน (6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีทั้งสองมาประยุกต์ใช้ในการสร้างชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน ซึ่งเป็นสื่อที่ทันสมัยและได้รับความนิยมในวงการศึกษา เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559, น. 574) กล่าวว่า ปัจจุบันมีการใช้สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์มาประกอบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยในระยะแรกเป็นการใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีมากขึ้น จึงมีการนำเสนอเนื้อหาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีช่องทางในการศึกษาเนื้อหาได้ทั้งในแบบออนไลน์ และแบบออฟไลน์ ดังนั้นการเรียนการสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์สามารถพัฒนาผู้เรียนได้หลากหลายขณะเดียวกันก็สามารถบูรณาการเข้ากับการสอนแบบต่างๆ ที่เป็นแนวคิดหรือทฤษฎีได้

จากการสอบถามความคิดเห็นนักเรียนพบว่า แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.70$ ) นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.63$ ) และแบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.60$ )

## 2.2 ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร ระหว่างเรียนและหลังเรียน พบว่า หลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก (1) ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบระหว่างเนื้อหา วิธีสอน และสื่อ โดยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ในการจัดทำ มีการจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนย่อย ๆ และจัดลำดับตามความยากง่ายให้เหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่าง ความพร้อมและแรงจูงใจในการ

เรียนรู้ของแต่ละคน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อและช่องทางในการนำเสนอเนื้อหาสาระ ทั้งนี้ทั้งภาพตัวอักษร ที่เน้นความสวยงามและความตรงของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ และ (2) การประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน มีแบบฝึกปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนบทเรียน ความคิดรวบยอด ออกแบบให้ได้รับผลย้อนกลับในทันที ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ส่งผลทำให้นักเรียนทำคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน สอดคล้องกับ (1) รุ่งรัชนี อินตาคำ (2552) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 1 นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นจากเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ (2) มัชฌิมา เหล่าอรระคะ (2552) ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน โดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นในระดับ เห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=4.38$ ) สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จากการสอบถามความคิดเห็นนักเรียน พบว่าความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{X}=4.70$ ) ในด้าน แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน เป็นเพราะแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ผ่านกระบวนการสร้างที่มีระบบได้รับการตรวจแก้ไข และหาคุณภาพแบบทดสอบตามขั้นตอนทางสถิติ และพบว่าเมื่อนำมาใช้ทดสอบกับนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ก้าวหน้ากว่าเดิม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแบบฝึกปฏิบัติแต่ละแบบฝึกจะมีเนื้อหา สอดคล้องกับบทเรียน นักเรียนได้รับการฝึกปฏิบัติจากแบบฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและสามารถทบทวนบทเรียนด้วยตนเองได้ตามที่ต้องการ จนเกิดความเข้าใจและเกิดทักษะจึงเป็นเหตุให้นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้และความเข้าใจ ผลการวิเคราะห์คะแนนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งตรงกับหลักการของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2540, น.113) กล่าวว่า การผลิตชุดการเรียนรู้การสอนรายบุคคลยึดหลักการสำคัญประการหนึ่งคือ การสร้างระบบการประเมินตนเองก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยนักเรียนสามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนโดยไม่ต้องพึ่งผู้สอนหรือบุคคลอื่น

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

**3.1.1 การจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์** ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความพร้อมของอุปกรณ์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ ลำโพงหรือหูฟัง หรือโทรศัพท์สมาร์ทโฟนของนักเรียน ควรดาวโหลดไฟล์ชุดการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ให้เรียบร้อย ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและพอเพียงต่อจำนวนนักเรียน ซึ่งหากมีการจัดการที่ไม่ดี อาจส่งผลล่าช้าในการเข้าสู่บทเรียน ส่งผลให้ความสนใจและตั้งใจเรียนของนักเรียนลดลง ทั้งนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอ่อนได้ไปศึกษาชุดการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ทอนิกเพิ่มเติมด้วยตนเองในเวลาว่าง เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้อาจจะใช้เวลาจดจำเนื้อหา นานกว่ากลุ่มเก่ง

**3.1.2 การเตรียมความพร้อมของผู้สอนและของนักเรียน** ผู้สอนและนักเรียนควรเตรียมความพร้อมด้านการใช้สื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยการฝึกการใช้งานชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การเข้าโปรแกรมชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ การใช้ปุ่มเชื่อมโยง การแนะนำการใช้ชุดการเรียน และให้นักเรียนศึกษาคู่มือการเรียนชุดการเรียนก่อนทำการทดลอง ซึ่งครูผู้สอนควรมีความสามารถด้านโปรแกรมและการดาวโหลดไฟล์ การชิป(zip)ไฟล์พอสมควร เพื่อสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันที และควรดูแลขณะนักเรียนเรียนด้วยชุดการเรียนอิเล็กทรอนิกส์อย่างใกล้ชิดเพื่อคอยแนะนำและแก้ไขปัญหาได้ทันที เพื่อให้การวิจัยเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

**3.1.3 ระยะเวลาและช่วงเวลาในการวิจัย** ผู้สอนอาจเลือกช่วงเวลาใดของวันก็ได้ ที่ควรมีเวลาติดต่อกัน 2 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย เนื่องจากต้องใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง

**3.1.4 การประกอบกิจกรรม** ควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนการเข้าสู่บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้การเรียนเป็นไปด้วยความเรียบร้อย และควรแจกคู่มือนักเรียนก่อนเพื่อให้มีความพร้อมในการเรียนได้อย่างเต็มความสามารถ

#### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

**3.2.1 นำชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในเนื้อหาอื่น ๆ ของวิชาเคมีด้านทักษะพิสัย**

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแก้ปัญหาในการเรียนวิชาเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเนื้อหาที่ต้องการวัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เดิมที่นักเรียนมักมีทัศนคติว่าวิชาเคมีมีเนื้อหาที่ยาก ซับซ้อน และเป็นนามธรรม ทำให้เบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน แต่ในเนื้อหาเรื่องเคมีอินทรีย์ ที่นักเรียนมักจะจำหู่ฟังก์ชันไม่ได้ เพราะสับสน เนื่องจากหู่ฟังก์ชันแต่ละหู่มีความคล้ายคลึงกัน แต่จากผลการวิจัยและพัฒนาชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ แล้วนำมาใช้จริง ในการเรียนการสอน พบว่าสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนในระดับมาก



ดังนั้น หากมีการพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ในวิชาเคมีหน่วยอื่น ๆ ที่วัดพฤติกรรมการรู้ด้านทักษะพิสัย น่าจะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความรู้และทักษะตามมาตรฐานการศึกษาได้

### 3.2.2 นำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในเนื้อหาอื่น ๆ ของวิชากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เนื่องจากวิชาเคมี เป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ โดยหลักการและทฤษฎีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีความใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเฉพาะเนื้อหาวิชาเท่านั้น ดังนั้นการนำชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ไปพัฒนาให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา น่าจะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียน





บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2546). *การผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- \_\_\_\_\_. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), สืบค้น 20 ธันวาคม 1560, จาก [www.educ.su.ac.th/2013/images/stories/081957-02.pdf](http://www.educ.su.ac.th/2013/images/stories/081957-02.pdf).
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2540). สื่อการศึกษาพัฒนาสรร. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. (หน่วยที่ 4). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุตา สิ้นสกุล. (2520). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเปเรชั่น.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2545). *หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). *นวัตกรรมและสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 9 (1), สืบค้น 20 ธันวาคม 1560, จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/61503>.
- นิคม ทาแดง และ คັນสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2556). *การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ใน เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. (หน่วยที่ 8). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปวีณา ธิติวรินทร์. (2538). *สีและขนาดของตัวอักษรบนสีพื้นที่มีต่อความเข้าใจในการอ่านบนจอคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปองพจน์ ชาญโลหะ. (2547). ชุดฝึกอบรมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคนิคพื้นฐานของเครื่องบิน สำหรับพนักงานต้อนรับบนเครื่องบินที่เข้าทำงานใหม่ของสายการบินพาณิชย์ในประเทศไทย (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ฝ่ายวิชาการ, โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร. (2558). รายงานการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาประจำปีการศึกษา 2557 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (เอกสารอัดสำเนา).
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2543). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มัชฌิมา เหล่าอรรคะ. (2552). การสร้างชุดการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเชียงใหม่พิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- รุ่งรัชณี อินตาคำ. (2552). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธุ์และการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาลำปาง เขต 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วนิดา ฉัตรวิราม. (2554). การนิเทศและการแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วรกิต วัดเข้าหลาม. (2540). ชุดการสอน. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555). ชุดการสอน. ใน ประมวลสาระชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการสอนและการฝึกอบรม. หน่วยที่ 13. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิจิตร สมบัติวงศ์. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-Learning) (สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2536). นวัตกรรมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน เอกสารชุดฝึกอบรมหลักสูตรนวัตกรรมและสื่อสารการสอนวิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 2. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์ และบุญเลิศ อรุณพิบูลย์. (2546). การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

หนองคายวิทยาคาร, โรงเรียน. (2558). *หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองคายวิทยาคาร พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* (เอกสารอัดสำเนา).

Best, John W. and Kahn, James V. (1986). *Research in Education*. 5<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice-Hall.

Glass, Gene V. and Hopkins, Kenneth D. (1984). *Statistical Methods in Educational and Psychology*. 2<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice-Hall.

Heinich, Molenda and Russel. (1982). *Instructional Media and the New Technology of Instruction*. New York: John Wiley & Son Publishing.

Lafferty, Peter and Rowe, Julain. (1995). *The Hutchison Dictionary of Science*. 2<sup>th</sup> ed. Oxford. Great Britain. Helicon.



ภาคผนวก



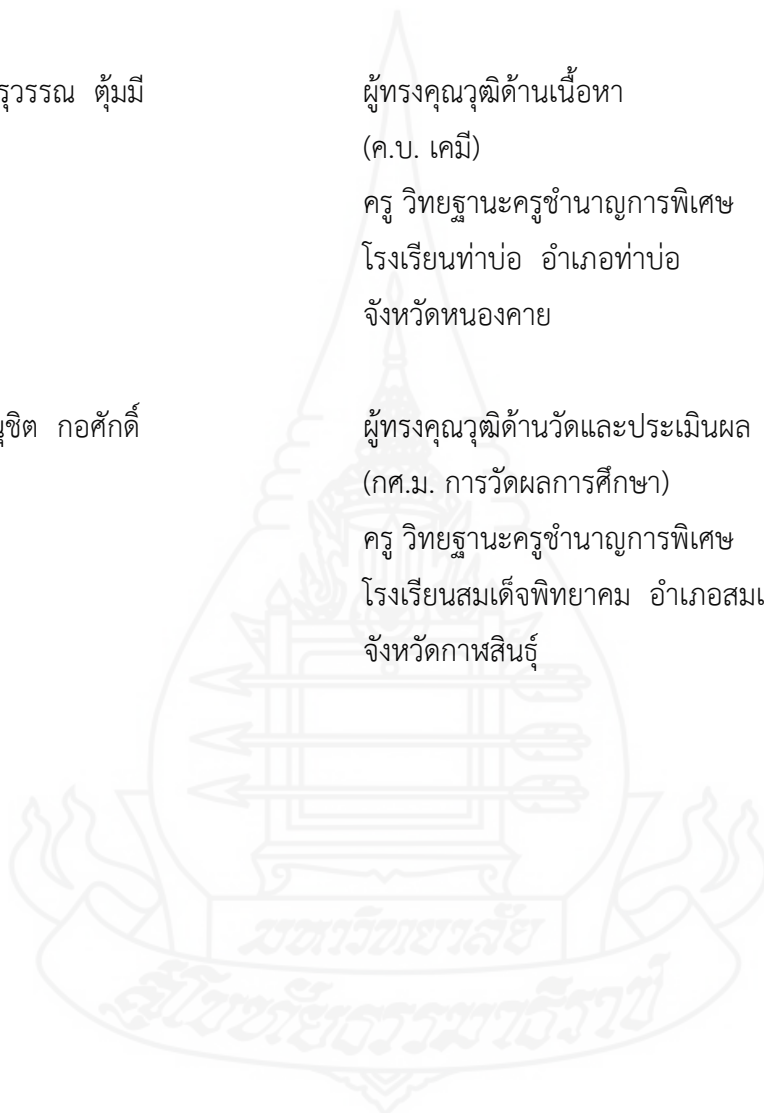
ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รศ.ดร.สารีพันธ์ุ์ ศุภวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา  
อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. นางจรรุวรรณ ตุ่มมี ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา  
(ค.บ. เคมี)  
ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนท่าบ่อ อำเภوتاบ่อ  
จังหวัดหนองคาย
3. นายอนุชิต กอศักดิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล  
(กศ.ม. การวัดผลการศึกษา)  
ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม อำเภอสมเด็จ  
จังหวัดกาฬสินธุ์





ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์



**แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์**  
**วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา)**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาว่าชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด  
 ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก  
 ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง  
 ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย  
 ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. องค์ประกอบด้านการออกแบบชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์</b> 1.1 การจัดวางส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอดีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน สัดส่วนของพื้นที่มีความเหมาะสม 1.2 การใช้สีมีความเหมาะสม 1.3 ลักษณะ ขนาด สี ของตัวอักษรชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสมกับระดับนักเรียน 1.4 ปริมาณข้อมูลในแต่ละหน้าจอดีความเหมาะสม					
<b>2. องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย</b> 2.1 ภาพนิ่งประกอบเนื้อหาที่มีความคมชัด สวยงาม สอดคล้อง กับเนื้อหา 2.2 ภาพเคลื่อนไหว มีความชัดเจน ทำให้บทเรียนน่าสนใจ 2.3 คุณภาพการใช้เสียงดนตรีประกอบบทเรียน เสียงบรรยาย มีความเหมาะสม ชัดเจน น่าสนใจ 2.4 ปริมาณของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และวีดิทัศน์ ประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>3. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์</b> 3.1 การโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับบทเรียนทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน 3.2 การให้ผลย้อนกลับแก่นักเรียนมีความถูกต้อง เหมาะสม 3.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในขณะที่เรียนอยู่ตลอดเวลา 3.4 คำสั่งหรือคำแนะนำในการทำกิจกรรมขณะเรียนมีความชัดเจน					
<b>4. องค์ประกอบด้านโครงสร้างของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์</b> 4.1 การเข้าใช้โปรแกรม ใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน 4.2 การควบคุมเส้นการเดินทาง (Navigation) ชัดเจน ถูกต้องและสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่างๆ ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน 4.3 โปรแกรมบทเรียนสามารถควบคุมให้นักเรียนทำกิจกรรมที่สำคัญได้ตามลำดับก่อนหลัง ไม่ข้ามขั้นตอน					
<b>5. องค์ประกอบด้านเทคนิคการนำเสนอบทเรียน</b> 5.1 ใช้สื่อผสมที่หลากหลายในการนำเสนอเนื้อหา ทำให้บทเรียนน่าสนใจ 5.2 การนำเสนอเนื้อหาแต่ละตอนมีอิสระต่อกัน ส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล					

โดยภาพรวมชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(รศ.ดร.สารีพันธุ์ ศุภวรรณ)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา

**แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์**  
**วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาว่าชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่  
 โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<p><b>1. ด้านความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา</b></p> <p>1.1 มีความถูกต้องตามหลักวิชา การอ้างอิง แหล่งที่มาของ            เนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ</p> <p>1.2 เนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมตามโครงสร้างรายวิชา และ            หลักสูตรสถานศึกษา</p> <p>1.3 มีความสอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการ            นำเสนอ</p> <p>1.4 เนื้อหา มีความทันสมัย</p> <p>1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน</p> <p>1.6 ปริมาณของเนื้อหาแต่ละตอนที่นำเสนอมีความเหมาะสม</p> <p>1.7 การจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยากมีความเหมาะสม</p> <p>1.8 ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติและคุณธรรมจริยธรรม</p>					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>2. ภาพประกอบเนื้อหา</b> 2.1 ภาพประกอบเนื้อหามีความชัดเจน 2.2 ภาพประกอบเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหา 2.3 คำอธิบายภาพมีความชัดเจนถูกต้อง					
<b>3. ด้านการใช้ภาษา</b> 3.1 ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย 3.2 ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาถูกต้องตามหลักภาษา 3.3 ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ					

โดยภาพรวมเนื้อหาของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีคุณภาพอยู่ในระดับ

 ดีมาก

 ดี

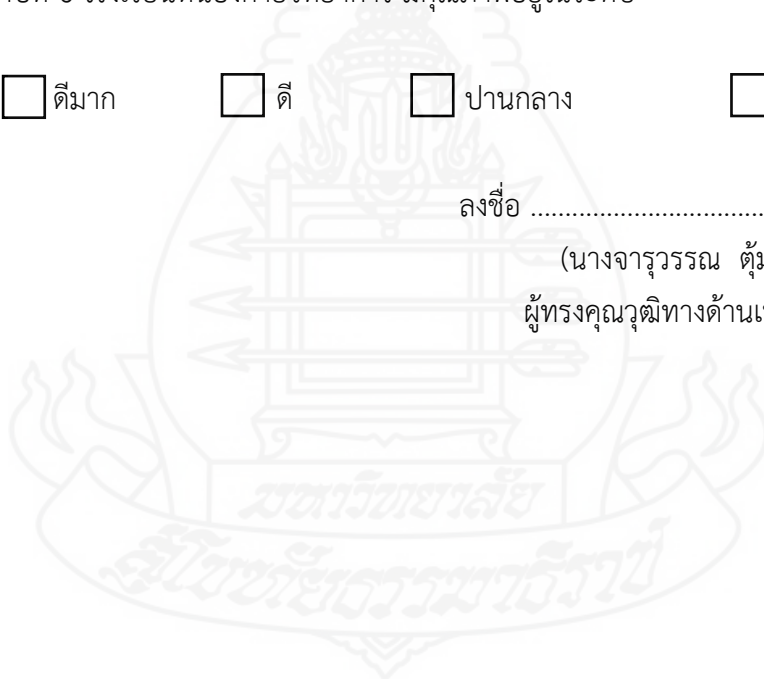
 ปานกลาง

 ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(นางจรรุวรรณ ตุ่มมี)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา



**แบบประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์**  
**แบบประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์**  
**วิชา เคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล)**

**คำชี้แจง**

โปรดพิจารณาว่าชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่  
 โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. แบบทดสอบก่อนเรียน</b> 1.1 รูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียน มีความเหมาะสม 1.2 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน 1.3 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมและสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1.4 จำนวนคำถามมีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของ เนื้อหาแต่ละเรื่อง 1.5 คำถามในแบบทดสอบก่อนเรียนชัดเจน สื่อความหมาย เข้าใจง่าย 1.6 ตัวลงในแบบทดสอบก่อนเรียนสามารถลงผู้ทำ แบบทดสอบได้ 1.7 การตั้งคำถามไม่ชี้แนะแนวคำตอบ					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>2. แบบทดสอบหลังเรียน</b> 2.1 รูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียน มีความเหมาะสม 2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน 2.3 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมและสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2.4 จำนวนคำถามมีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของ เนื้อหาแต่ละเรื่อง 2.5 คำถามในแบบทดสอบก่อนเรียนชัดเจน สื่อความหมาย เข้าใจง่าย 2.6 ตัวลงในแบบทดสอบก่อนเรียนสามารถลงผู้ทำ แบบทดสอบได้ 2.7 การตั้งคำถามไม่ชี้แนะแนวคำตอบ					

โดยภาพรวมการวัดและประเมินผลของชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก       ดี       ปานกลาง       ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายอนุชิต กอศักดิ์)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดและประเมินผล

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบ





ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วิชาคอมพิวเตอร์สร้างสรรค์  
หน่วยที่ 10 แนวคิดเกี่ยวกับโครงงานคอมพิวเตอร์

เนื้อหา	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย					
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
ตอนที่ 10.1 ความหมายและ หน้าที่ของหมู่ ฟังก์ชัน	1. นักเรียนสามารถบอก ความหมายและหน้าที่ของ หมู่ฟังก์ชันได้ถูกต้อง	1	1				
ตอนที่ 10.2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน	2. นักเรียนเรียนสามารถ บอกลักษณะของหมู่ฟังก์ชัน พื้นฐานได้ถูกต้อง		2	1			
ตอนที่ 10.3 หมู่ฟังก์ชันที่มี ออกซิเจนเป็น องค์ประกอบ	3. นักเรียนสามารถระบุ ชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่มี ออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ได้ถูกต้อง	2		1			
ตอนที่ 10.4 หมู่ ฟังก์ชันที่มี ไนโตรเจนเป็น องค์ประกอบ	4. นักเรียนสามารถระบุ ชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่มี ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้ถูกต้อง	1		1			
<b>รวม</b>		<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

## ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเชื่อมั่น  
ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน



**การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ** การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)** วิเคราะห์โดยใช้สูตร Brennan Index (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2542 : 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อกำหนดให้

$D$  = ค่าอำนาจจำแนก

$R_U$  = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

$R_L$  = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

$N$  = จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

**2) ค่าความยากง่าย (Difficulty)** วิเคราะห์โดยใช้สูตร  $P$  (บุญชม ศรีสะอาด 2537 : 90)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อกำหนดให้

$P$  = ค่าความยาก

$R$  = จำนวนคนที่ตอบแบบทดสอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

$N$  = จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ตารางที่ 2 ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความยาก(p) ของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน  
วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

แบบทดสอบก่อนเรียน			วัตถุประสงค์ทางด้าน	แบบทดสอบหลังเรียน			วัตถุประสงค์ทางด้าน
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)		ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.43	0.47	ความเข้าใจ	1	0.60	0.53	ความเข้าใจ
2	0.70	0.33	ความรู้ความจำ	2	0.60	0.40	ความรู้ความจำ
3	0.50	0.60	ความเข้าใจ	3	0.53	0.53	ความเข้าใจ
4	0.63	0.33	ความเข้าใจ	4	0.63	0.47	ความเข้าใจ
5	0.63	0.47	การนำไปใช้	5	0.67	0.27	การนำไปใช้
6	0.57	0.33	การนำไปใช้	6	0.63	0.47	การนำไปใช้
7	0.53	0.40	ความรู้ความจำ	7	0.60	0.60	ความรู้ความจำ
8	0.57	0.47	ความรู้ความจำ	8	0.67	0.53	ความรู้ความจำ
9	0.57	0.47	ความรู้ความจำ	9	0.57	0.33	ความรู้ความจำ
10	0.70	0.33	การนำไปใช้	10	0.63	0.33	การนำไปใช้
แบบทดสอบก่อนเรียน ค่า P อยู่ระหว่าง 0.43 – 0.70 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.33-0.60				แบบทดสอบหลังเรียน ค่า P อยู่ระหว่าง 0.53 – 0.67 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.60			

3) **ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)** ของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สูตร KR-20  
(ลัว่น สายยศ และ อังคนา สายยศ 2542 : 198)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อกำหนดให้

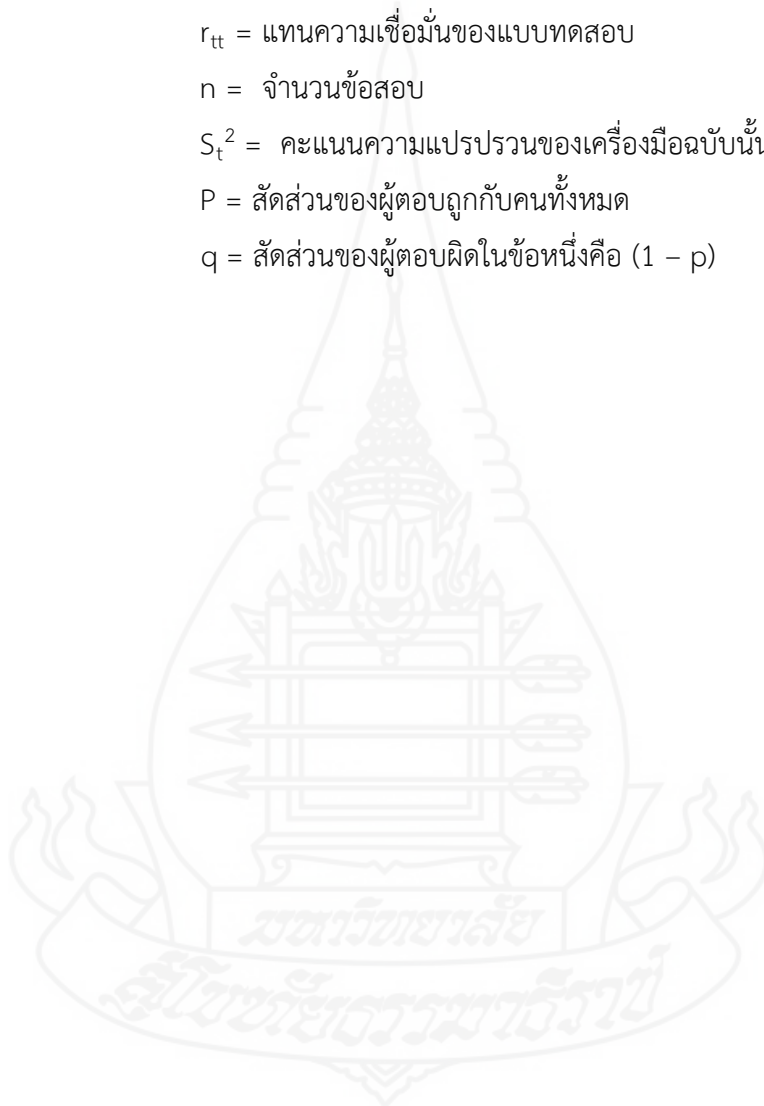
$r_{tt}$  = แทนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$n$  = จำนวนข้อสอบ

$S_t^2$  = คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

$P$  = สัดส่วนของผู้ตอบถูกกับคนทั้งหมด

$q$  = สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งคือ  $(1 - p)$



ตารางที่ 3 ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบก่อนเรียน วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

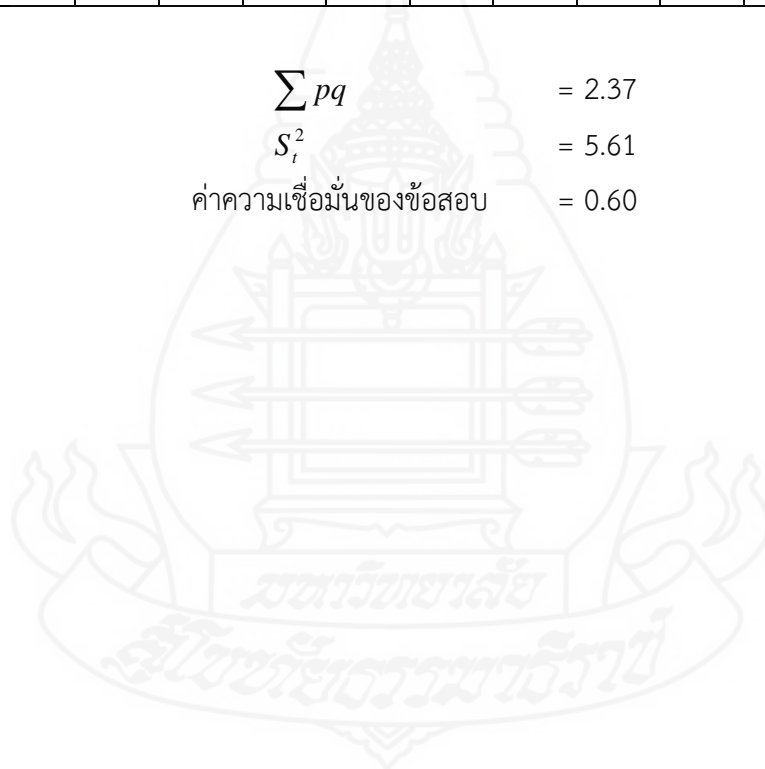
ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X <sup>2</sup>
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9	81
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
4	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9	81
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81
6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
7	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8	64
8	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	8	64
9	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	64
10	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	7	49
11	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	7	49
12	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7	49
13	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7	49
14	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	7	49
15	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	6	36
16	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	6	36
17	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	5	25
18	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	5	25
19	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5	25
20	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	4	16
21	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	4	16
22	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	4	16
23	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	4	16
24	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	4	16
25	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	3	9
26	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	9

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X <sup>2</sup>
27	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	9
28	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4
29	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	4
30	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4
$\Sigma$	13	21	15	19	19	17	16	17	17	21	175	1189
p	0.43	0.70	0.50	0.63	0.63	0.57	0.53	0.57	0.57	0.70	6.13	
q	0.57	0.30	0.50	0.37	0.37	0.43	0.47	0.43	0.43	0.30	3.87	
pq	0.25	0.21	0.25	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.21	2.37	
r	0.47	0.33	0.60	0.33	0.47	0.33	0.40	0.47	0.47	0.33		

$$\Sigma pq = 2.37$$

$$S_r^2 = 5.61$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ} = 0.60$$



ตารางที่ 4 ค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบหลังเรียน วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X <sup>2</sup>
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	81
6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9	81
7	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8	64
8	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8	64
9	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	64
10	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8	64
12	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8	64
13	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	7	49
14	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	7	49
15	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6	36
16	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	6	36
17	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	5	25
18	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	5	25
19	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	5	25
20	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	5	25
21	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4	16
22	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	4	16
23	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	4	16
24	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3	9
25	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3	9
26	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	9

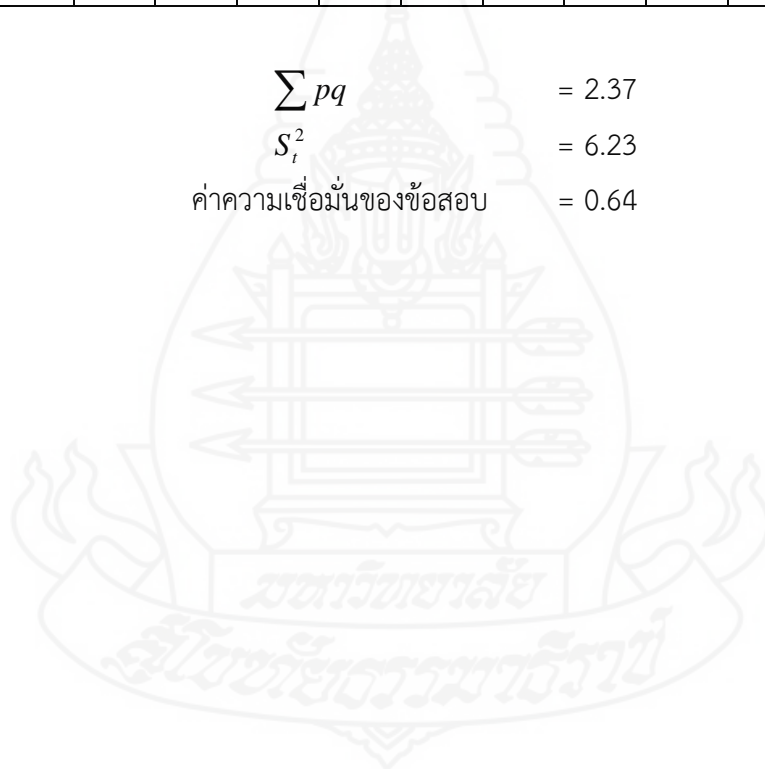


ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X <sup>2</sup>
27	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3	9
28	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3	9
29	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
$\Sigma$	18	18	16	19	20	19	15	20	17	19	181	1279
p	0.60	0.60	0.53	0.63	0.67	0.63	0.50	0.67	0.57	0.63	6.13	
q	0.40	0.40	0.47	0.37	0.33	0.37	0.50	0.33	0.43	0.37	3.87	
pq	0.24	0.24	0.25	0.23	0.22	0.23	0.25	0.22	0.25	0.23	2.37	
r	0.53	0.40	0.53	0.47	0.27	0.47	0.60	0.53	0.33	0.33		

$$\Sigma pq = 2.37$$

$$S_r^2 = 6.23$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ} = 0.64$$



ภาคผนวก จ

ตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม



ตารางที่ 5 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ของนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เรียน  
จากชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	4	29	7
2	3	23	7
3	4	30	6
$\sum X$	11	82	20
ค่าเฉลี่ย	3.67	27.33	6.67
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 65.08$	$E_2 = 66.67$

แทนค่า	แทนค่า
สูตร $E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$	สูตร $E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$
$E_1 = \frac{82}{42} \times 100$	$E_2 = \frac{20}{10} \times 100$
$= 65.08$	$= 66.67$
$E_1/E_2 = 65.08/66.67$	

ตารางที่ 6 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ของนักเรียนจำนวน 6 คน ที่เรียน  
จากชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	4	34	10
2	5	33	9
3	6	29	8
4	5	28	6
5	3	29	5
6	1	25	5
$\sum X$	24	178	43
ค่าเฉลี่ย	4.00	29.67	7.17
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 70.63$	$E_2 = 71.67$

แทนค่า	แทนค่า
$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$ $E_1 = \frac{178}{6} \times 100$ $= 70.63$	$\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$ $E_2 = \frac{43}{10} \times 100$ $= 71.67$
$E_1/E_2 = 70.63/71.67$	

ตารางที่ 7 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ของนักเรียนจำนวน 30 คน ที่เรียน  
จากชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	6	35	10
2	6	31	8
3	4	32	6
4	4	35	9
5	3	31	7
6	6	32	7
7	4	32	8
8	3	29	6
9	2	38	9
10	6	35	9
11	4	33	8
12	3	31	7
13	3	37	10
14	5	35	9
15	5	35	8
16	3	40	8
17	6	37	8
18	4	29	6
19	2	31	5
20	1	26	8
21	5	28	7
22	3	29	6
23	5	31	7
24	3	33	9
25	4	29	10

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (40 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
26	4	29	9
27	6	31	8
28	5	35	8
29	4	32	9
30	5	35	9
$\sum X$	124	1018	238
ค่าเฉลี่ย	4.13	33.93	7.93
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 80.79$	$E_2 = 79.33$

<p>แทนค่า</p> $\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$ $E_1 = \frac{1018}{30} \times 100$ $= \frac{30}{42} \times 100$ $= 80.79$	<p>แทนค่า</p> $\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$ $E_2 = \frac{238}{30} \times 100$ $= \frac{30}{10} \times 100$ $= 79.33$
$E_1/E_2 = 80.79/79.33$	

ตารางที่ 8 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์  
วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)	ความก้าวหน้า	
			$D$	$D^2$
1	6	10	4	16
2	6	8	2	4
3	4	6	2	4
4	4	9	5	25
5	3	7	4	16
6	6	7	1	1
7	4	8	4	16
8	3	6	3	9
9	2	9	7	49
10	6	9	3	9
11	4	8	4	16
12	3	7	4	16
13	3	10	7	49
14	5	9	4	16
15	5	8	3	9
16	3	8	5	25
17	6	8	2	4
18	4	6	2	4
19	2	5	3	9
20	1	8	7	49
21	5	7	2	4
22	3	6	3	9
23	5	7	2	4
24	3	9	6	36
25	4	10	6	36

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)	ความก้าวหน้า	
			$D$	$D^2$
26	4	9	5	25
27	6	31	2	4
28	5	35	3	9
29	4	32	5	25
30	5	35	4	16
รวม	124	238	114	514
ค่าเฉลี่ย	4.13	7.93		
ค่า S.D.	1.36	1.31		

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

$\sum D$	=	114
$N \sum D^2$	=	15420
$(\sum D)^2$	=	12996
$n-1$	=	29

$$t = \frac{114}{\sqrt{\frac{15420 - 12996}{29}}}$$

$$t = 12.47$$



**ภาคผนวก ฉ**

ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน  
ที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์



ตารางที่ 9 ค่าความถี่ของคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย					
	5	4	3	2	1	เฉลี่ย
1. แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม	9	10	10	1	0	3.90
2. เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	8	17	5	0	0	4.10
3. องค์ประกอบด้าน พื้นหลัง เสียงดนตรี และปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม	7	20	3	0	0	4.13
4. ภาพประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น	15	9	6	0	0	4.30
5. แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว	19	10	1	0	0	4.60
6. แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน	21	9	0	0	0	4.70
7. ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง	8	22	0	0	0	4.27
8. ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน	21	8	1	0	0	4.67
9. ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้	15	14	1	0	0	4.47
10. ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	17	12	1	0	0	4.53
11. ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	11	18	1	0	0	4.33
12. นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์	19	11	0	0	0	4.63
13. นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น	18	10	2	0	0	4.53
14. นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์	7	22	1	0	0	4.20

ภาคผนวก ช  
แบบสอบถามความคิดเห็น



**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์  
วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร**

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
1. แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม					
2. เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย					
3. องค์ประกอบด้าน พื้นหลัง เสียงดนตรี และปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม					
4. ภาพประกอบเนื้อหาช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น					
5. แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนมีโอกาสทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว					
6. แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าในการเรียน					
7. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตัวเอง					
8. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน					
9. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้					
10. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
11. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น					

ความคิดเห็น	ระดับความเห็นด้วย				
	5	4	3	2	1
12. นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์					
13. นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น					
14. นักเรียนชอบเรียนด้วยชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์					

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....



ภาคผนวก ซ

แผนการสอน



## แผนการสอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิชาเคมี 5 ว30225

เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

เวลา 120 นาที

## หัวเรื่อง

1. ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน
2. หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน
3. หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ
4. หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

## แนวคิด

1. หมู่ฟังก์ชัน (Functional Group) หมายถึง หมู่อะตอมที่แสดงสมบัติเฉพาะในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ และมักใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ หน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน ที่สำคัญมี 2 ประการ คือ (1) หมู่ฟังก์ชันทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสารอินทรีย์แต่ละชนิด และ (2) ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของสารอินทรีย์
2. หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน ได้แก่ หมู่พันธะคู่ เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทแอลคีน และหมู่พันธะสาม เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทแอลไคน์
3. หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุดอกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ หมู่ไฮดรอกซิล เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทแอลกอฮอล์ หมู่คาร์บอนิล เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทคีโตน หมู่คาร์บอกซิล เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทกรดอินทรีย์ หมู่ออกซี เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทอีเทอร์ หมู่ออกซีคาร์บอนิล เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภท เอสเทอร์ และหมู่คาร์บอกซาลดีไฮด์ เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทแอลดีไฮด์
4. หมู่ฟังก์ชันที่มีธาตุนิโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ หมู่อะมิโน เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทเอมีน และหมู่เอไมด์ เป็นหมู่ฟังก์ชันในสารประเภทเอไมด์

## วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน จบแล้ว สามารถบอกความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชันได้ถูกต้อง
2. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน จบแล้ว สามารถบอกลักษณะของหมู่ฟังก์ชันพื้นฐานได้ถูกต้อง

3. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ จบแล้ว สามารถระบุชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง

4. เมื่อนักเรียนเรียนเรื่อง หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จบแล้ว สามารถระบุชนิดของหมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้ถูกต้อง

## กิจกรรมการเรียนการสอน

### 1. ขั้นตอนสอบก่อนเรียน

1.1 นักเรียนเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่อง หมู่ฟังก์ชัน

1.2 นักเรียนลงชื่อเข้าเรียน อ่านคำชี้แจง วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.3 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ด้านพุทธิพิสัย จำนวน 10 ข้อ ส่งคำตอบ

### 2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

นักเรียนศึกษาวิธีการเรียนโดยใช้ชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยตนเอง

### 3. ขั้นตอนประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน

นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระในชุดการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ และทำแบบฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน ตามลำดับ ดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 1

3.2 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 2 หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 2

3.3 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 3 หมู่ฟังก์ชันที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 3

3.4 ศึกษาเนื้อหาตอนที่ 4 หมู่ฟังก์ชันที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วทำแบบฝึกปฏิบัติที่ 4

นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้เพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ต หนังสือเรียนหรือสอบถามครูได้โดยตรงและทางอีเมล

### 4. ขั้นสรุปบทเรียน

นักเรียนสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายและหน้าที่ของหมู่ฟังก์ชัน และหมู่ฟังก์ชัน ทั้ง 3 ประเภท แล้วส่งอีเมลให้ครูผู้สอน



## 5. ขั้นตอนทดสอบหลังเรียน

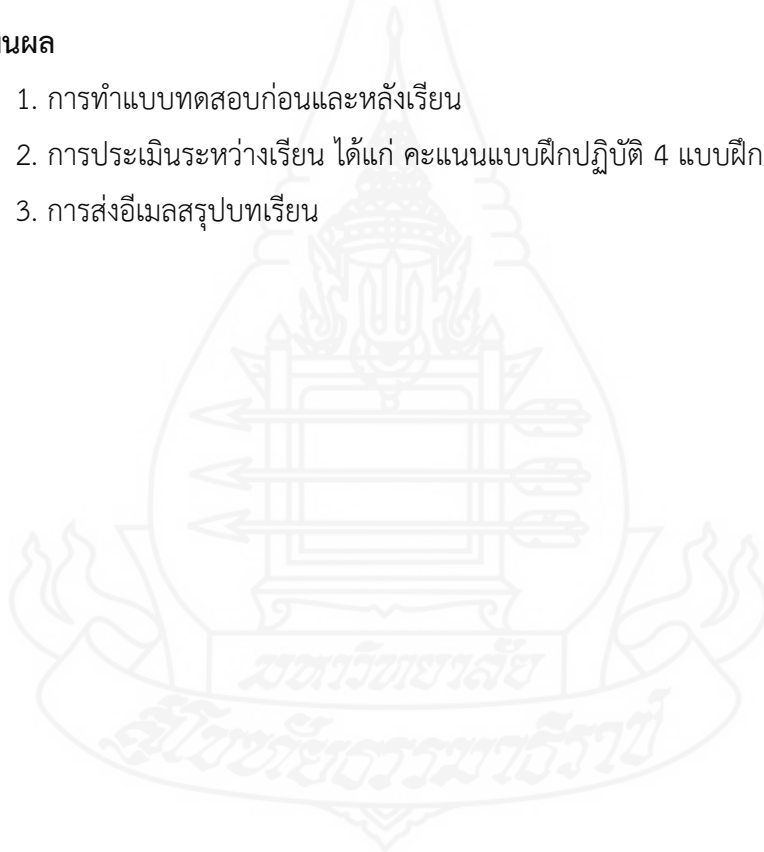
นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ในชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ด้านพุทธิพิสัย จำนวน 10 ข้อ ส่งคำตอบ

### สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร
2. คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์ วิชาเคมี เรื่องหมู่ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร

### การประเมินผล

1. การทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน
2. การประเมินระหว่างเรียน ได้แก่ คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ 4 แบบฝึก
3. การส่งอีเมลสรุปบทเรียน



## ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางนिरดา นันทะมีชัย
วัน เดือน ปีเกิด	29 กันยายน 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดหนองคาย
ประวัติการศึกษา	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (เคมี-ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สถานทำงาน	โรงเรียนหนองคายวิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

