ผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

นางสาวกนกพร ไหมชุม

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2559

The Effect of Using Chemistry Exercises in the Topic of Covalent Bonding on Learning Achievement of Mathayom Suksa IV Students at Islamic College of Thailand in Bangkok Metropolis

Miss Kanokporn Maichum

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Curriculum and Instruction
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2016

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	ผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร
ชื่อและนามสกุล	นางสาวกนกพร ไหมชุม
แขนงวิชา	หลักสูตรและการสอน
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2560

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

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

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ ผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

ผู้ศึกษา นางสาวกนกพร ไหมชุม **รหัสนักศึกษา** 2562102281

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ **ปีการศึกษา** 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี กับของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกทางเคมีและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพันธะโคเวเลนต์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 75.68/75.08 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 และ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดฝึกทางเคมี มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

คำสำคัญ ชุดฝึกทางเคมี พันธะโคเวเลนต์ มัธยมศึกษา

Independent Study title: The Effect of Using Chemistry Exercises in the Topic of Covalent Bonding on Learning Achievement of Mathayom Suksa IV Students at Islamic College of Thailand in Bangkok Metropolis
Author: Miss Kanokporn Maichum; **ID:** 2562102281;
Degree: Master of Education (Curriculum and Instruction);
Independent Study advisor: Dr. Nuanjid Chaowagirathipong, Associate Professor.
Academic year: 2016

Abstract

The purposes of this research were (1) to develop chemistry exercises in the topic of Covalent Bonding for Mathayom Suksa IV students of Islamic College of Thailand based on the 75/75 efficiency criterion; (2) to compare learning achievement in the topic of Covalent Bonding of Mathayom Suksa IV students of Islamic College of Thailand who learned by using the chemistry exercises in the topic of Covalent Bonding with that of students who learned under the conventional teaching method.

The sample consisted of two classrooms of Mathayom Suksa IV students in the first semester of the 2016 academic year at Islamic College of Thailand in Bangkok Metropolis, obtained by cluster random sampling. Then, one classroom was randomly assigned as the experimental group and the other classroom as the control group. The research instruments consisted of chemistry exercises and a learning achievement test on the topic of Covalent Bonding. Statistics employed for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The results of this research were as follows: (1) the efficiency (E_1/E_2) of the chemistry exercises in the topic of Covalent Bonding was 75.68 / 75.08, which met the 75/75 efficiency criterion; and (2) learning achievement in the Chemistry Course topic of Covalent Bonding of Mathayom Suksa IV students who learned with the use of chemistry exercises was significantly higher than the counterpart learning achievement of the students who learned under the conventional teaching method.

Keywords: Chemistry exercise, Covalent Bonding, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์ เป็นกรรมการสอบ ที่ได้ให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือตลอดจนช่วยตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคุณครูขนิษฐา สาระปรัง คุณครูกนกวรรณ พลอาษา และคุณครูอัมพร บุศราคัม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการจัดทำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร และคณะครูอาจารย์ อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่ให้คำปรึกษา แนะนำในเรื่องสถิติที่เกี่ยวข้อง และให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและผลประโยชน์อันพึงเกิดจากรายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา พี่น้อง ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนและวางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

กนกพร ไหมชุม

มิถุนายน 2560

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมุติฐานการวิจัย 3

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 6

ชุดฝึกทางเคมี 7

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 20

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 29

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 29

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 29

การเก็บรวบรวมข้อมูล 32

การวิเคราะห์ข้อมูล 33

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี 34

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 37
สรุปการวิจัย 37
อภิปรายผล 39
ข้อเสนอแนะ 40
บรรณานุกรม 41
ภาคผนวก 46
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 47
ข ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ 49
ค แบบทดสอบหลังเรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ 106
ประวัติผู้ศึกษา 110

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ว30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย 2
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง 34
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์แบบกลุ่มเล็ก 35
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์โดยการทดลองภาคสนาม 35
ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดฝึกกับการเรียนด้วยการสอนแบบปกติ 36

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิชาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนของครูและนักเรียน เพราะวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิด ทักษะการทดลอง ความอยากรู้อยากเห็น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันของนักเรียน เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้การมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: น.1)

วิทยาศาสตร์แบ่งจำแนกตามธรรมชาติของวิชาได้ 3 สาขา คือ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์สังคม ซึ่งสาขาวิชาเคมีจัดเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและปรากฏการณ์ต่างๆ ของทุกสิ่งทุกอย่างในโลกและจักรวาลในส่วนของสิ่งไม่มีชีวิต เคมีจึงเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของสาร กลไกของปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง และเนื้อหาวิชาเคมีเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรม มีทั้งในด้านของความรู้ความจำ และบางเนื้อหาก็เกี่ยวกับการคำนวณ จากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบและไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ เช่น เรื่องพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งเนื้อหาด้านความรู้ความจำ เช่น การเกิดพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรโครงสร้างและสารประกอบโคเวเลนต์ รวมไปถึงการเรียกชื่อสารประกอบ คเวเลนต์ และเนื้อหาในการคำนวณ เช่น การคำนวณหาความยาวพันธะและพลังงานพันธะ เมื่อนักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจ ความซำนาญในเนื้อหาจะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยาก ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย

ไม่อยากเรียน ซึ่งจะส่งผลต่อการนำความรู้ไปใช้ในระดับที่สูงขึ้นไป ทำให้เกิดปัญหาในการเรียน มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำด้วย ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี ว 30221 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร

ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน	ผลการเรียนนักเรียนที่ได้								ผลสัมฤทธิ์	
		4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0	X	S.D.
2556	111	20	9	19	23	14	8	7	11	2.46	1.58
2557	100	6	7	11	13	10	13	15	25	1.69	1.27
2558	137	15	10	17	22	11	12	17	33	1.88	1.36

ที่มา : รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self Assessment Report: SAR) ปีการศึกษา 2556 - 2558 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย

จากตารางที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่ารายวิชาเคมี ว 30221 นักเรียนได้ผลการเรียน 0 และ 1 ค่อนข้างมาก และมีคะแนนเฉลี่ยในปีการศึกษา 2556, 2557 และ 2558 พบว่าเท่ากับ 2.46, 1.69 และ 1.88 ตามลำดับ ซึ่งมีผลระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่ามาตรฐาน

จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30221 ที่ผ่านมายังไม่น่าพอใจ กล่าวคือ ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ผ่าน ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื้อหาวิชาเคมีมีความเป็นนามธรรมและต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน สอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามและสำรวจสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่า เกิดจากนักเรียนขาดทักษะกระบวนการและการคำนวณ นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพได้ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาของรายวิชาเคมีทำให้ไม่สนใจเรียนและรู้สึกว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่ยากน่าเบื่อ ทำให้นักเรียนไม่อยากเรียนวิชาเคมี เมื่อพิจารณาเนื้อหาวิชาเคมีพบว่ามีความสัมพันธ์กันในแต่ละบท โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งจะเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องนำไปใช้ในเรื่องอื่นๆ ที่นักเรียนจะต้องเรียนต่อไป ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อหาเรื่องนี้มาเป็นเป้าหมายของการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน และได้สืบค้นพบว่า การใช้ชุดฝึกเป็นบทเรียนเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่มีความต้องการเรียนซ้ำ จะช่วยทำให้นักเรียนที่เรียนช้ามีโอกาสพัฒนาตัวเองได้ และการทำแบบฝึกหัดซ้ำๆ จะช่วย

เพิ่มผลการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับกฎการฝึกหัดของธอร์นไดค์ และสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ ดวงสมร ดวงตา (2556) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน พบว่า แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล มีประสิทธิภาพ 85.90/82.35 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้วิจัยจึงต้องการทำการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมีในเนื้อหาพันธะโคเวเลนต์ เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการทำงานเป็นขั้นตอนใช้เหตุผลในการวางแผนอย่างมีระบบได้อย่างเหมาะสมจากการทบทวนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่ครูผู้สอนได้เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ แล้วทำให้นักเรียนสามารถทราบผลการทำกิจกรรมนั้นได้อย่างรวดเร็วไม่เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียนเป็นการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ดังนี้

2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกทางเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่เรียนโดยโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ

3. สมมุติฐานการวิจัย

3.1 ชุดฝึกทางเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

3.2 นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

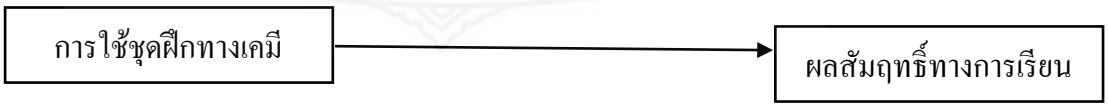
4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียนรวมจำนวน 141 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามมารถ

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ภาคการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียนได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องเป็นกลุ่มควบคุม

4.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองใช้ชุดฝึก ใช้เวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยใช้เวลาในการทดลอง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาที่ต้องใช้ในการทดลอง 12 ชั่วโมง

4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งประกอบด้วยเรื่อง ความหมาย ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ความยาวพันธะ พลังงานพันธะ และรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ ตามเนื้อหาในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

4.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย ผู้วิจัยมุ่งที่จะศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนประกอบกับใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ กับการสอนแบบปกติ



5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 ชุดฝึกทางเคมี หมายถึง ชุดฝึกทางเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ชุดฝึก ดังนี้ ความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ การคำนวณพลังงานพันธะ และรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เนื้อหาสาระ ตัวอย่าง แบบฝึกหัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบเฉลย

5.2 การใช้ชุดฝึกทางเคมี หมายถึง การใช้ชุดฝึกทางเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนในห้องเรียนและทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน

5.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้ศึกษาค้นคว้า ปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ วัดโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.4 ประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี หมายถึง คุณภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการประเมินตามเกณฑ์ 75/75 ซึ่งมีความหมายดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process) หาได้จากการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งเป็นผลการฝึกระหว่างเรียนด้วยชุดฝึก แต่ละชุดของนักเรียนทุกคนรวมกันหาค่าเฉลี่ยเทียบเป็นร้อยละ

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product) หาได้จากการนำคะแนนจากผลทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนรวมกัน หาค่าเฉลี่ยร้อยละ

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์สูงขึ้น

6.2 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีและมีความสนใจวิชาเคมีมากขึ้น

6.3 ครูผู้สอนสามารถนำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่สร้างขึ้นไปใช้ประกอบการสอนในห้องเรียนและสามารถนำใช้ในการสอนซ่อมเสริมได้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ซึ่งจะนำเสนอในหัวข้อ ดังนี้

1. ชุดฝึกทางเคมี
   1.1 ความหมายและความสำคัญของการใช้ชุดฝึกทางเคมี
   1.2 แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทางเคมี
   1.3 ลักษณะของชุดฝึกทางเคมีที่ดี
   1.4 การสร้างชุดฝึกทางเคมี
   1.5 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี
   1.6ประโยชน์ของการใช้ชุดฝึกทางเคมีในการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   2.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   2.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   3.1 งานวิจัยในประเทศ
   3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ชุดฝึกทางเคมี

1.1 ความหมายและความสำคัญของการใช้ชุดฝึกทางเคมี

1.1.1 ความหมายของชุดฝึกทางเคมี

คำว่าชุดฝึกทางเคมีที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มาจากคำว่า แบบฝึก แบบฝึกหัด ชุดกิจกรรม แบบฝึกทักษะ แบบเสริมทักษะ แบบฝึกหัด แบบฝึกเสริมทักษะ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงความหมายของชุดฝึกไว้ดังนี้

เกศินี มีคุณ. (2547, น.27) กล่าวว่า แบบฝึกเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะ

เพิ่มเติมและทบทวนเนื้อหาหลังจากที่ได้เรียนบทเรียน อาจทำเป็นหน่วยการเรียนรวมเล่มทุกเนื้อหาโดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545, น.813) กล่าวว่า แบบฝึกหมายถึงคู่มือนักเรียนที่นักเรียนต้องใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอนจากชุดการสอน มีลักษณะคล้ายกับแบบฝึกหัด แต่จะครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนพึงกระทำมากกว่าแบบฝึกปฏิบัติ

ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2540, น.98) กล่าวว่า แบบฝึกหมายถึง ส่วนของบทเรียนที่บอกนักเรียนว่าทำอะไร แล้วทำให้สำเร็จผลอะไรในบทเรียน ในอดีตแบบฝึกหัดถูกมองว่าเป็นการบ้าน แต่ในปัจจุบันแบบฝึกหัดเป็นงานที่ทำในชั้นเรียนหรือที่บ้านเป็นบทเรียนที่ต้องเรียน เป็นหัวข้อที่ต้องเรียนเป็นโครงการที่ต้องทำให้สำเร็จ เป็นคำถามที่ต้องตอบ หรือทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา กิจกรรมเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของวงจรการเรียนการสอน

ปฐมพร บุญลี. (2545, น.43) กล่าวว่า แบบฝึกทักษะ หมายถึง สิ่งที่ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนกระทำเพื่อฝึกฝนเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนไปแล้วให้เกิดความชำนาญมากขึ้น และผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ยุพิน พิพธกุล และ สิริพร ทิพย์คง. (2549, น.19) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง และก้าวขึ้นไปตามความสามารถของตน เนื้อหาจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ และเป็นขั้นๆ จากง่ายไปสู่ยาก ในชุดกิจกรรมจะประกอบด้วย บัตรคำสั่ง บัตรกิจกรรม บัตรเนื้อหา บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงานพร้อมเฉลย และบัตรทดสอบพร้อมเฉลย ในชุดกิจกรรมนั้นจะมีสื่อการเรียนการสอนไว้พร้อม เพื่อที่นักเรียนจะใช้ประกอบการเรียนนั้นๆ

สมศักดิ์ สินธุระเวช. (2540, น.106) กล่าวว่า ชุดฝึกหมายถึง การจัดประสบการณ์ การฝึกหัดให้นักเรียนเรียนรู้และเกิดการศึกษาด้วยตนเองและความสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องอย่างหลากหลายและแปลกใหม่

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ.2542. (2546, น.641) กล่าวว่า แบบฝึกหัด หมายถึง แบบตัวอย่างปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ และทักษะ หมายถึง ความชำนาญ แบบฝึกเสริมทักษะ จึงหมายถึง แบบฝึกที่ใช้เป็นตัวอย่างปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ เพื่อเพิ่มความเข้าใจความชำนาญในเรื่องที่ต้องการตามวัตถุประสงค์

สกุล คำพิพจน์. (2554, น.37) กล่าวว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง เครื่องมือที่จำเป็นต่อการฝึกฝนทักษะนักเรียนและการฝึกการมองเห็นปัญหานั้นเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ ผู้เรียนจะเกิดปัญหาได้จากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่

ต้องการ ครูคือ ผู้นำเสนอข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาและหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยตนเองของนักเรียน

จากความหมายของชุดฝึก ชุดกิจกรรม ชุดเสริมทักษะ และแบบฝึกเสริมทักษะที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า ชุดฝึกทางเคมี หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ฝึกหรือกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยพัฒนาทักษะในเนื้อหาวิชาเคมีที่ได้เรียนรู้ไปแล้วให้มากขึ้น โดยอาศัยการฝึกฝนและการปฏิบัติด้วยตนเองของผู้เรียน ลักษณะของปัญหาของชุดฝึกจะเป็นปัญหาที่เสริมทักษะพื้นฐาน โดยกำหนดขึ้นให้ผู้เรียนตอบเรียงลำดับจากง่ายไปยาก และผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจ ความชำนาญในเนื้อหาวิชาเคมีที่ผู้เรียนได้เรียนไปในเรื่องนั้นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

1.1.2 ความสำคัญของชุดฝึกทางเคมี

ชุดฝึกมีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การคำนวณจากการทำแบบฝึกทางเคมี ต้องมีการฝึกฝนเพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของชุดฝึก ไว้ดังนี้

ชยาภรณ์ พิณภาทย์. (2542, น.118) กล่าวว่า ความสำคัญของชุดฝึกทักษะมีความสำคัญจำเป็นต่อการฝึกทักษะ เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น สามารถจำเนื้อหาได้คงทน ทำให้เกิดความสนุกสนานในขณะเรียน และทราบความก้าวหน้าของตนเอง สามารถนำชุดฝึกทักษะมาทบทวนเนื้อหาเดิมด้วยตนเอง

เกศินี มีคุณ. (2542, น.813) กล่าวว่า ชุดฝึกมีความสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีพัฒนาการและมีความชำนาญในเนื้อหานั้นๆ ช่วยให้ครูประสบความสำเร็จในการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545, น.813) กล่าวว่า ชุดฝึกมีความสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ชุดฝึกช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน
2. ชุดฝึกเป็นสมบัติส่วนตัวของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถบันทึกหรือเขียนอะไรลงไปก็ได้
3. ชุดฝึกจะช่วยให้นักเรียนได้วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง
4. ชุดฝึกจะแนะแนวทางให้นักเรียนดำเนินไปจนบรรลุจุดหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

วรรณา แซ่ตั้ง. (2541, น.27) กล่าวว่า ชุดฝึกที่ครูนำมาเป็นเครื่องมือในการสอนจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะด้านต่างๆ ให้ดีขึ้น สามารถช่วยเหลือและสื่อความหมายได้ชัดเจน

ชยาภรณ์ พิณภาค. (2542, น.118) กล่าวว่า ชุดฝึกมีความสำคัญจำเป็นต่อการฝึก เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้มากขึ้น สามารถจำเนื้อหาได้คงทน ทำให้เกิดความสนุกสนานในบทเรียนและทราบความก้าวหน้าของตนเอง สามารถนำชุดฝึกมาทบทวนเนื้อหาเดิมได้ด้วยตนเอง

สรุปชุดฝึกมีความสำคัญในการเรียนการสอนที่นำมาใช้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทบทวนความรู้ และฝึกทบทวนทักษะด้านต่างๆ นอกเวลาเรียนหลังจากที่นักเรียนได้เรียนในบทเรียนนั้นๆ ไปแล้ว ให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเนื้อหา และเกิดความเข้าใจที่คงทนถาวร อีกทั้งยังช่วยในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ สามารถทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อน สามารถนำชุดฝึกไปทนทวนได้ด้วยตนเอง

1.1.3 แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึก

จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึก ประกอบด้วย 1) กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ และ 2) แนวคิดความแตกต่างระหว่างบุคคล มีรายละเอียดดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์

ทิศนา แขมมณี. (2552, น.51) กล่าวว่าแนวคิดตามสาระการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ มีประเด็นสำคัญ ดังนี้

1) ธอร์นไดค์ เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (Trail and Error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้วบุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ

2) กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ ที่สำคัญ ได้แก่

(1) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ

(2) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) กล่าวว่า การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อยๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อยๆ การเรียนรู้นั้นจะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

(3) กฎแห่งการใช้ (law of Use and Disuse) กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

(4) กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) กล่าวว่า เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากที่จะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

3) นอกจากนี้ ทิศนา แขมมณี. (2552, น.51-52) ยังได้กล่าวถึง การนำทฤษฎีของธอร์นไดค์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

(1) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนแบบลองผิดลองถูกบ้าง ในกรณีที่พิจารณาแล้วว่าไม่มีอันตรายหรือเสียเวลามากเกินไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหา จดจำการเรียนรู้ได้ดี และเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

(2) การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนการสอบบทเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน การเชื่อมโยงความรู้เดิมมาสู่ความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้พื้นฐาน เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนต่อไปหรือไม่

(3) หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะในเรื่องใดจะต้องช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง และให้ฝึกฝนกระทำสิ่งนั้นบ่อยๆ แต่ควรระวังอย่าให้ซ้ำซากจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

(4) เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ควรฝึกให้ผู้เรียนนำการเรียนรู้นั้นไปใช้บ่อยๆ

(5) การให้ผู้เรียนได้รับผลที่พึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การศึกษาสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลที่ผู้เรียนพึงพอใจจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. แนวคิดความแตกต่างระหว่างบุคคล

ประจวบจิตร คำจัตุรัส. (2551, น.15-8 15-9) กล่าวว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคล หมายถึง ทุกๆสิ่ง ทุกๆ อย่างที่ประกอบอยู่ในตัวบุคคล เช่น ระดับสติปัญญา เจตคติ และความสนใจ ซึ่งส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและการอบรมเลี้ยงดู ซึ่งความแตกต่างของบุคคลจะส่งผลทำให้ผลการเรียนของผู้เรียนต่างกัน ความแตกต่างระหว่างบุคคลมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ความแตกต่างที่มีมาแต่กำเนิด จะเป็นทางด้านร่างกาย สติปัญญา และความสามารถทางด้านภาษา ซึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการเรียนต่างกันด้วย

2) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นภายหลัง เด็กจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งต่างๆ ทำให้มีความแตกต่างกันในหลายๆ ด้าน ดังนี้

(1) ความสนใจ มีผลมาจากความสามารถส่วนตัว หรืออาจมาจากการได้รับผลสำเร็จหรือจากความต้องการพื้นฐาน

(2) ประสบการณ์ ผลมาจากสภาพของครอบครัวทั้งด้านสังคมและเศรษฐกิจ รวมถึงสภาพแวดล้อมของสังคมที่นักเรียนอยู่ด้วย

(3) การปรับตัว มาจากการอบรมสั่งสอนจากบุคคลในครอบครัวและโรงเรียน

(4) ทัศนคติ ผลมาจากครอบครัว กลุ่มเพื่อนและสิ่งแวดล้อมในชุมชน

(5) ความสำเร็จทางการเรียน ผลมาจากแรงผลักดันจากสังคม ทัศนคติ ความแตกต่างที่มีมาแต่กำเนิด และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ โดยส่วนใหญ่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียน

นอกจากนี้ ประจวบจิตร คำจัตุรัส. (2551, น.15-9 – 15-10) กล่าวว่า การเรียนรู้ของบุคคลแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

1) การเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องขวนขวาย และทำความเข้าใจกับบทเรียนด้วยตนเอง ซึ่งได้มีนักจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้พยายามศึกษาไว้หลายประเภท ดังนี้

(1) วิธีเรียนแบบรวดเดียวจบ กับวิธีเรียนทีละส่วน

(2) วิธีเรียนที่มีการทำโน้ตย่อใจความสำคัญ หรือพยายามจัดความรู้ประเภทเดียวกันเข้าไว้เป็นหมวดหมู่

(3) วิธีเรียนที่มีการฝึกปฏิบัติควบคู่ไปกับภาคทฤษฎี

(4) วิธีเรียนที่ทำความเข้าใจกับบทเรียนด้วยตนเองก่อน แล้วนำความเข้าใจนั้นมาแลกเปลี่ยนกับบุคคลอื่นที่กำลังเรียนเรื่องเดียวกันอยู่

2) การเรียนรู้โดยมีผู้สอนสอน คือ การเรียนที่ต้องมียุคคลใดบุคคลหนึ่งเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางหรือเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนให้แก่ผู้เรียน ประสิทธิภาพของการเรียนแบบนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถ และเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน

จากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวถึงข้างต้นสอดคล้องกับที่ บุญเกื้อ ควรหาเวช และชัยยงค์ พรหมวงศ์ ที่กล่าวไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542, น. 92) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการนำชุดฝึกมาใช้ในระบบการศึกษา ดังนี้

1) การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามระดับสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2) ความพยายามที่จะเปลี่ยนแนวการเรียนการสอนไปจากเดิม จากการยึดครูเป็นหลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเรียนเอง โดยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อหรือวิธีการต่างๆ การนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่างๆ การเรียนในลักษณะนี้ผู้เรียนจะเรียนจากครูเพียง 1 ใน 4 ส่วน ส่วนที่เหลือผู้เรียนจะเรียนจากสื่อด้วยตนเอง

3) การใช้สื่อการสอนได้เปลี่ยนแปลงและขยายตัวออกไป โดยปัจจุบันการใช้สื่อได้คลุมไปถึงการใช้วัสดุสิ้นเปลือง เครื่องมือต่างๆ รวมทั้งกระบวนการและกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้สื่อ จากการใช้สื่อเพื่อช่วยครูสอนมาเป็นเพื่อช่วยผู้เรียนเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2551) ได้สรุปแนวทางในการผลิตชุดการสอนหรือชุดฝึกกิจกรรม ไว้ดังนี้

1) การประยุกต์ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ผู้เรียนสามารถก้าวหน้าไปตามความพร้อมความถนัด และความสามารถแต่ละคนได้อย่างเต็มที่ เพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกัน ให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ให้มากที่สุด

2) การเรียนที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมได้อย่างเต็มที่และมั่นคงถาวร โดยผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้จากสื่อ หรือแหล่งความรู้ที่ครูถ่ายทอดหรือจัดเตรียมเอาไว้ให้ด้วยตนเอง

3) การเรียนการสอนที่เป็นการใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อการถ่ายโยงความรู้จากนามธรรมไปสู่ความเป็นรูปธรรม

4) การตระหนักถึงกิจกรรมกลุ่มและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู นักเรียนหรือปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม เป็นการพยายามที่จะปรับพฤติกรรมการเรียนการสอนระหว่างครูและนักเรียน ให้มีลักษณะมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีจะส่งเสริมให้บรรยากาศการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5) การจัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศการเรียนการสอน การเสริมแรง การเรียนตามลำดับขั้น หรือยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นการนำหลักจิตวิทยามาใช้ในการวางแผนการสอนในหน่วยเนื้อหาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจ ได้แรงเสริมที่จะเรียนรู้ให้เกิดความก้าวหน้าต่อไป

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการสร้างชุดฝึกนั้นต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เหมาะสมกับวัย เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถ ความถนัดและความสนใจต่างกัน และการลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม การจัดให้มีการฝึกซ้ำๆ และการทำให้เกิดความพอใจจากการฝึกรวมถึงการจัดให้นักเรียนสามารถเลือกฝึกทำชุดฝึกทางเคมีได้ตามความสามารถของตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจอยากทำชุดฝึกทางเคมีให้ประสบความสำเร็จ

1.3 ลักษณะของชุดฝึกที่ดี

การจัดทำชุดฝึกที่จะให้ได้ผลดีนั้น ต้องอาศัยลักษณะและรูปแบบของชุดฝึกที่หลากหลาย น่าสนใจ เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน และต้องสอดคล้องกับเนื้อหาตลอดจนทักษะที่ฝึก แนวคิดลักษณะและรูปแบบของชุดฝึกที่ดี มีดังนี้

สุพรรณี ไชยเทพ (2544, น.19) กล่าวว่า ลักษณะของชุดฝึกที่ดี ดังนี้

1. ต้องมีความชัดเจน ทั้งคำชี้แจง คำสั่ง ง่ายต่อการเข้าใจ
2. มีความตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
3. มีภาษาและรูปภาพที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
4. แบบฝึกแต่ละเรื่องไม่ควรยาวมากจนเกินไป
5. ควรมีกิจกรรมหลากหลายรูปแบบทำให้นักเรียนไม่เบื่อ
6. ควรตอบสนองความต้องการและความสนใจของผู้เรียน สร้างความสนุกสนานเพลิดเพลินขณะทำชุดฝึก
7. มีคำตอบที่ชัดเจน
8. ชุดฝึกที่ดีสามารถประเมินความก้าวหน้า และความรู้ของนักเรียนได้

กุสยา แสงเดช. (2545, น. 6-7) กล่าวว่า ชุดฝึกที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ชุดฝึกที่ดีควรมีความชัดเจนทั้งคำสั่งและวิธีทำ คำสั่งหรือตัวอย่างแสดงวิธีทำที่ใช้ไม่ควรยากเกินไป เพราะจะทำความเข้าใจยาก ควรปรับให้ง่ายและเหมาะสมกับผู้ใช้ เพื่อนักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองได้

2. ชุดฝึกที่ดีควรมีความหมายต่อผู้เรียนและตรงตามจุดหมายของการฝึก ลงทุนน้อย ใช้ได้นาน ทันสมัย

3. ภาษาและภาพที่ใช้ในชุดฝึกเหมาะกับวัยและพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

4. ชุดฝึกที่ดีควรแยกฝึกเป็นเรื่องๆ แต่ละเรื่องไม่ควรยาวเกินไป แต่ควรมีกิจกรรมหลายแบบเพื่อเร้าความสนใจ และไม่เบื่อในการทำและฝึกทักษะหนึ่งจนชำนาญ

5. ชุดฝึกที่ดีควรมีทั้งแบบกำหนดคำตอบและให้ตอบโดยเสรี การเลือกใช้คำ ข้อความ รูปภาพในชุดฝึก ควรเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยและตรงกับความสนใจของนักเรียน ก่อให้เกิดความเพลิดเพลินและพอใจแก่ผู้ใช้ ซึ่งตรงกับหลักการเรียนรู้ว่า นักเรียนจะเรียนได้เร็วในการกระทำที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ

6. ชุดฝึกที่ดีควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ให้รู้จักค้นคว้ารวบรวมสิ่งที่พบเห็นบ่อยๆ หรือที่ตัวเองเคยใช้ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องนั้นๆ มากยิ่งขึ้น และรู้จักนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง

7. ชุดฝึกที่ดีควรตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันหลายๆด้าน เช่น ความต้องการ ความสนใจ ความพร้อม ระดับสติปัญญา และประสบการณ์ เป็นต้น ฉะนั้นการทำชุดฝึกแต่ละเรื่องควรจัดให้มากพอและมีทุกระดับตั้งแต่ง่าย ปานกลาง ยาก เพื่อให้ทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อนจะได้เลือกทำได้ตามความสามารถ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ประสบความสำเร็จในการทำชุดฝึก

8. ชุดฝึกที่จัดทำเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองต่อไป

9. การที่นักเรียนได้ทำชุดฝึก ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่างๆ ของนักเรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นๆได้ทันท่วงที

10. ชุดฝึกที่จัดพิมพ์ไว้แล้วจะช่วยให้ครูประหยัดแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมชุดฝึกอยู่เสมอ ในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาในการลอกแบบฝึกหัดจากตำราเรียนหรือกระดานดำ ทำให้มีเวลาและโอกาสฝึกฝนทักษะต่างๆ ได้มากขึ้น

11. ชุดฝึกที่จัดขึ้นนอกจากมีในหนังสือเรียนแล้ว จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างเต็มที่

12. ชุดฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะการพิมพ์เป็นรูปเล่มที่แน่นอนลงทุนต่ำแทนที่จะพิมพ์ลงกระดาษไขทุกครั้งไป นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการที่ผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนได้อย่างมีระบบและระเบียบ

จริยภรณ์ รุจิโมระ. (2548, น.148) ได้เสนอหลักเกณฑ์การฝึกทักษะสรุปได้คือ ชุดฝึกควรกำหนดนิยามของแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน ให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ แจกแจงทักษะใหญ่ออกเป็นทักษะย่อยโดยละเอียด นักเรียนฝึกทักษะที่แจกแจงเป็นทักษะย่อยแล้วหลายครั้งจนมีความชำนาญ เน้นการฝึกซ้ำๆ มีการวัดและประเมินผล หรือสังเกตพฤติกรรมเด็กอย่างสม่ำเสมอ เพื่อประเมินว่าเด็กมีทักษะเกิดขึ้นแล้ว

นอกจากนี้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาประถมศึกษาแห่งชาติ. (2540, น. 146) กล่าวว่าลักษณะของชุดฝึกที่ดีคือ ชุดฝึกควรเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาแล้ว เหมาะสมกับระดับ วัยหรือความสามารถของนักเรียน มีคำชี้แจงสั้นๆ ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำได้ง่าย ใช้เวลาที่เหมาะสมมีสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ มีข้อแนะนำการใช้ มีให้เลือกทั้งแบบตอบอย่างจำกัดและตอบอย่างเสรี ถ้าเป็นชุดฝึกที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ชุดฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบและให้ความหมายแก่ผู้ฝึกทำด้วย ควรใช้ภาษา สำนวนง่ายๆ ฝึกให้คิดให้เร็วและสนุก รวมทั้งชุดฝึกควรปลุกความสนใจและใช้หลักจิตวิทยาร่วมด้วย

โดยสรุปลักษณะของชุดฝึกที่ดี ต้องมีจุดประสงค์และคำสั่งที่ชัดเจน เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีรูปแบบที่ทันสมัย สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 การสร้างชุดฝึก

ชัยยงค์ พรหมวงค์ บุญเลิศ ส่องสว่างและวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555, น.14-87 – 14-89) ได้อธิบายขั้นตอนการผลิตชุดฝึกที่สำคัญไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์สถานการณ์และสภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อพิจารณาองค์ประกอบและคุณลักษณะของชุดฝึกให้เหมาะสมกับผู้เรียน

2. วิเคราะห์ผู้เรียน พิจารณาพื้นฐาน ความต้องการ ความสนใจ เพศ วัย และการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์

3. กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดพฤติกรรมที่จะเปลี่ยนแปลงไปหลังจากการเรียนโดยใช้ชุดฝึก

4. วิเคราะห์เนื้อหา จำแนกเนื้อหาวิชาเป็นหน่วย ตอน หัวเรื่องหรือหัวข้อย่อย

5. กำหนดสื่อหลักและสื่อเสริม

6. วางแผนและเตรียมการผลิตชุดฝึก กำหนดรายละเอียดสิ่งที่ต้องทำในการให้ได้มาซึ่งชุดฝึก โดยกำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์

7. ผลิตชุดฝึก นำสิ่งที่เตรียมไว้ในขั้นวางแผนและเตรียมมาผลิตชุดฝึก

8. ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึก กำหนดเกณฑ์และดำเนินการนำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแต่ละชนิด

9. ปรับปรุงชุดฝึก เป็นการนำชุดฝึกที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้วมาปรับปรุงในด้านเนื้อหา เพื่อให้มีคุณภาพสูงขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2550, น.53-55) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างชุดฝึก ไว้ 11 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดฝึก อาจจะกำหนดตามหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องให้มีขึ้นมาก็ได้ การจัดแบ่งเรื่องย่อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาวิชาและลักษณะของการใช้ชุดฝึกนั้นๆ

2. กำหนดหมวดหมู่ เนื้อหา และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือจะทำบูรณาการแบบสหวิทยาการได้ตามความสามารถ

3. จัดหน่วยการสอน จะแบ่งเป็นกี่หน่วย จะใช้เวลาเท่าใด ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับของนักเรียน

4. กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อยๆ เพื่อความสะดวกแก่การเรียนรู้ ซึ่งแต่ละหน่วยควรประกอบด้วยหัวข้อย่อยหรือประสบการณ์ประมาณ 4-6 ข้อ

5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือสามารถสรุปหลักการแนวคิด

6. กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งการกำหนดเกณฑ์ การตัดสินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน

7. กำหนดกิจกรรมการเรียน ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียน หมายถึง กิจกรรมทุกอย่างที่นักเรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง การทดลอง การเล่นเกม การแสดงความคิดเห็น การทดสอบ การตอบคำถาม การเขียนภาพ เป็นต้น

8. กำหนดแบบประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้การสอบแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งหมายถึงการวัดผลที่ยึดเกณฑ์หรือเงื่อนไข ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ โดยไม่มีการนำไปเปรียบเทียบกับคนอื่น เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วนักเรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

9. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ผู้สอนใช้เป็นสื่อการสอน เมื่อผลิตสื่อการสอนในแต่ละหัวข้อเรื่องเรียบร้อยแล้วควรจัดสื่อการสอนเหล่านั้นแยกออกเป็น

หมวดหมู่ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพ เพื่อหาความตรง ความเที่ยงก่อนนำไปใช้เราเรียกสื่อการสอนแบบนี้ว่า ชุดฝึกโดยปกติรูปแบบของชุดฝึกที่ดีควรมีขนาดมาตรฐาน เพื่อความสะดวกในการใช้และความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเก็บรักษา โดยพิจารณาในด้านต่างๆ เช่น การใช้ประโยชน์ ความประหยัด ความคงทนถาวร ความน่าสนใจ ความทันสมัย ทันเหตุการณ์ ความสวยงาม เป็นต้น

10. สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียน ควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ ข้อสอบไม่ควรมากเกินไปแต่ควรเน้นกรอบความรู้สำคัญในประเด็นหลักมากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย หรือถามเพื่อความจำอย่างเดียวและเมื่อสร้างเสร็จควรทำเฉลยไว้ให้พร้อมก่อนส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

11. หาประสิทธิภาพของชุดฝึก เมื่อสร้างชุดฝึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำชุดฝึกนั้นๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่างๆ ก่อนนำไปใช้จริง เช่น ทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชายตรวจสอบความถูกต้องความครอบคลุม และความตรงของเนื้อหา เป็นต้น

จากหลักการสร้างชุกฝึกข้างต้น จะเห็นว่า ก่อนสร้างชุดฝึกจะต้องวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยข้อมูล ดังนี้ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ขณะมีกิจกรรมการเรียนการสอน หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์เนื้อหา พิจารณาจุดประสงค์และขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกก่อนและในการกำหนดเนื้อหาและข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดฝึกควรครอบคลุมจุดประสงค์ที่วางไว้และเมื่อสร้างเสร็จแล้วต้องส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดฝึกก่อนนำไปใช้จริง

1.5 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก เพื่อให้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญและจำเป็นของการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

กรมวิชาการ. (2545, น.6-70) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกและการกำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไว้ดังนี้

1. ตรวจสอบด้านเนื้อหาและรูปแบบของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เช่น ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนมีความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงสร้างชุดฝึกทักษะเลขยกกำลังขึ้น ผู้สอนต้องนำชุดฝึกให้ผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน ตรวจสอบถ้าความเห็นสอดคล้องกัน 2 หรือ 3 คน แสดงว่าเนื้อหานั้นมีความถูกต้องเที่ยงตรงและครอบคลุม

2. หาเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้หรือชุดฝึกโดยการวิเคราะห์คะแนน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545, น.496 – 497) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกไว้ว่า เมื่อผลิตชุดฝึกขึ้นมาแล้วต้องนำชุดฝึกไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

1. การทดลองแบบเดี่ยว (1:1) คือ การทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยทดลองกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ นำผลที่ได้คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วนำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น ปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองจะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์

2. การทดลองแบบกลุ่ม (1:10) คือ การทดลองกับนักเรียน 6-10 คน โดยใช้นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ นำผลที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้น

3. การทดลองภาคสนาม (1: 100) คือ การทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น จำนวน 30-100 คน นำผลที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพ หากต่ำกว่าเกณฑ์มากเกินกว่าที่กำหนดไว้ ต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดฝึกใหม่ตามหลักเกณฑ์จริง

การหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545, น.495) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของชุดฝึกที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดฝึกจะพึงพอใจว่าหากชุดฝึกมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดฝึกนั้นก็จะมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าในการลงทุน การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนสองประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการ (Process) ของผู้ที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ครูกำหนด

2. พฤติกรรมสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบไล่ ประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูคาดหมายว่า นักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและและการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดนั้น คือ E_1/E_2 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545, น.495) ได้เสนอสูตรการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ดังนี้

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

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนของชุดฝึกหรืองาน

N = จำนวนนักเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน

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

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ = คะแนนของผลลัพธ์หลังเรียน

N = จำนวนนักเรียน

A = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

1.6 ประโยชน์ของการใช้ชุดฝึก

นิลาภรณ์ ธรรมวิเศษ. (2546, น.24) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดฝึก ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น
2. ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน
3. ครูได้แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนได้ดีที่สุดตามความสามารถของตนเอง
4. ฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินผลงานของตนเองได้
5. ฝึกให้นักเรียนทำงานด้วยตนเอง
6. ฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
7. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะของตนเองโดยไม่คำนึงถึงเวลาและความถนัดของตน

ดวงสมร ดวงตา. (2556, น.24) กล่าวว่า ชุดฝึกมีประโยชน์ใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้อย่างดียิ่งขึ้น ครูผู้สอนจึงควรพัฒนาแบบฝึกทักษะต่างๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อัมพร บุษราคัม. (2554, น.27) กล่าวว่า ชุดกิจกรรม ชุดการฝึกมีประโยชน์ใช้เป็นแบบฝึกหัดต่างๆ ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองที่ครูจัดให้กับนักเรียนนั้นเป็นเครื่องมือที่ช่วย

ให้เกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงเป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเรียนรู้และนำไปใช้ในสถานการณ์เช่นเดียวกันได้

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ชุดฝึกทักษะ แบบฝึกทักษะ ชุดฝึกมีประโยชน์ใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหาความแตกต่างของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อให้เกิดความคงทนในด้านความรู้และทักษะเน้นให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองจนเกิดความชาญและความคงทนถาวรของเนื้อหา

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545, น.95) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนเรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 แบบทดทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูผู้สอน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้กันทั่วไปในสถานศึกษา ลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ หรืออาจตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

จำนง พลายแย้มแข (2539, น.24) ได้กล่าวว่า การออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งจะต้องพิจารณาให้คลอบคลุมจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดพฤติกรรมต่างๆ ได้สัดส่วนเท่าๆ กัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใช้ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยได้เรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนมติ กฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏในรูปใหม่และความมาสามารถในการนำความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว

บุญชม ศรีสะอาด (2545, น.53-63) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหานั้น จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Critirion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของแบบทดสอบประเภทนี้ โดยสามารถสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ ได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา

1.2 กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

1.3 กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

1.4 เขียนข้อสอบ

1.5 ตรวจทานข้อสอบ

1.6 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

1.7 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

1.8 ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

1.9 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ โดยสามารถสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม ได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา

2.2 ทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ

2.3 กำหนดรูปแบบข้องข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

2.4 เขียนข้อสอบ

2.5 ตรวจทานข้อสอบ

2.6 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

2.7 ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

2.8 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ด้านเนื้อหาเฉพาะของวิชานั้นๆ และทักษะต่างๆ ของแต่ละวิชา เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่เกิดจากการเรียนเป็นไปตามเป้าหมายหรือมาตรฐานที่ผู้สอนตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งสามารถแบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก เช่น ตามลักษณะการสร้างแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งสร้างจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และด้านผลการศึกษา และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ทดสอบในชั้นเรียน

2.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545, น.97-98) กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ มีดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางหลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ พฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้า

3. เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

4. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบและจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

5. ทดลองใช้และใช้วิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองใช้และวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง แล้วนำแบบทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

6. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

กัญจนา ลินทัตนสิริกุล. (2554, น.8 – 14) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบระหว่างการเรียนการสอน และการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน

2. การพัฒนาผังการสร้างแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกเนื้อหาและเขียนข้อคำถาม ผังที่กำหนดขึ้นประกอบด้วนระดับผลการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม ซึ่งมี 6 ระดับ คือ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการสร้างแบบทดสอบ ทำให้ทราบว่าจะต้องวัดเนื้อหาสาระ และระดับผลการเรียนรู้ใด ตลอดจนประเภทของคำถาม

3. การเลือกประเภทของข้อคำถาม ขึ้นอยู่กับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัดมากที่สุด กล่าวคือ ถ้าต้องการให้ผู้สอบเขียน พูด แก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ประเภทของข้อคำถามจะเป็นแบบเขียนตอบ หรือหาคำตอบเอง แต่ถ้าต้องการให้ผู้สอบเลือกคำตอบเอง ประเภทของข้อคำถามจะเป็นกำหนดคำตอบมาให้

4. เขียนข้อคำถาม การเขียนข้อคำถามในแบบทดสอบจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.2.2 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเหมือนกับการหาคุณภาพเครื่องวัดผลสัมฤทธิ์โดยทั่วไป คือ ประกอบด้วยการหาคุณภาพทั้งฉบับ คือ การตรวจสอบเครื่องมือวัด ประกอบด้วยความตรง(Validity) และความเที่ยง (Reliability) และการหาคุณภาพเป็นรายข้อ คือ การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ ประกอบด้วย ความยากและอำนาจจำแนก ดังรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การหาคุณภาพทั้งฉบับ

(1) หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา

กัญจนา สินทรัตนศิริกุล. (2553, น.50-53) กล่าวว่า ความตรง คือ ความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด โดยผู้วิจัยวัดความตรงเชิงเนื้อหา โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา เปรียบเทียบคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R = ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าคำถามวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามวัดตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0

ถ้าแน่ใจว่าคำถามวัดไม่ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น -1

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

(2) หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (reliability) หมายถึง ความคงเส้นคงวาของเครื่องมือในการทดสอบ การวัด การสังเกต หรือการสัมภาษณ์ ซึ่งเป็นความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน อ้างอิงใน กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. 2553, น.9-72) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค (Cronbach) คำนวณได้จากสูตร

$$\alpha \text{ หรือ } R_{tt} = \frac{k}{k-1}\left[1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S^2}\right]$$

เมื่อ α หรือ R_{tt} = ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k = จำนวนข้อคำถาม

S_i = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามที่ i

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

โดยที่ $$S^2 = \frac{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ N แทน จำนวนผู้สอบ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

ค่า α ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ถือว่ามีความเที่ยงเหมาะสม (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสตร์. 2547, น. 149)

2) การหาคุณภาพรายข้อ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่

(1) ค่าความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ตอบข้อสอบได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมด หรือหมายถึงจำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบนั้นๆ ถูก โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545, น.84)

$$P = \frac{R_u + R_l}{2f}$$

เมื่อ P แทน ระดับความยากง่าย

R_u แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูกที่ทำข้อสอบถูก

R_l แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูกที่ทำข้อสอบถูก

f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งเท่ากัน

(2) ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด.2545,น.81)

$$r = \frac{R_u - R_l}{f}$$

เมื่อ r แทน ระดับความยากง่าย

R_u แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูกที่ทำข้อสอบถูก

R_l แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูกที่ทำข้อสอบถูก

f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งเท่ากัน

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

พนัดดา สุหญ้านาง. (2547) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนโรงเรียนบ้านซำมูลนาก จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 23 คน พบว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพ 86.80/86.07 นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เจริญ วรนาถนฤมล. (2547) ได้ศึกษาผลการพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านช่อระกา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน พบว่า ชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพ 78.188/75.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้และมีค่าดัชนีประสิทธิผลร้อยละ 55.00 นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเห็นว่าชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

บุปผา นรภาร. (2548) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่นำมาทดลองใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.18/88.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

สมใจ ปรมาธิกุล. (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 95.61/84.11 ซึ่งสูงกว่าค่าที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมจิตร จอดนอก. (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบัวลาย จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงาน หน่วยพลังงานไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ 83.80/79.07 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ± 2.5 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนหลังเรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัมพร บุษราคัม. (2554) ได้สร้างชุดฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสาวนีย์ โครตชมพู. (2555) ได้พัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการคำนวณ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่อง มวลอะตอม มวลโมเลกุล โมล และความเข้มข้นของสารละลาย ผลการศึกษาพบว่า ชุดแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.44 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8727 ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 87.27 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกทักษะมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดวงสมร ดวงตา. (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน พบว่า แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล มีประสิทธิภาพ 85.90/82.35 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ลอวรี (Lawry. 1978, p. 817-A) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับ 1 ถึงระดับ 3 จำนวน 87 คน ผลปรากฏ คือ ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยนักเรียนในการเรียนรู้ นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้ชุดฝึก มีคะแนนการทดสอบหลังการทำชุดฝึกทักษะมากกว่าคะแนนก่อนการทำชุดฝึกทักษะ ชุดฝึกทักษะช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน การนำชุดฝึกทักษะมาใช้จึงเป็นการช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนเพิ่มขึ้น

มีค (Meek. 1972, p. 4296-4296-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้ชุดกิจกรรมกับวิธีการสอนแบบธรรมดา ผลการวิจัยพบว่า วิธีการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนด้วยวิธีธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ที่อยู่ในกลุ่มทดลองทุกคนโดยทำการสำรวจทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ทุกคนมีพัฒนาการทางเจตคติที่ดีต่อการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งในและต่างประเทศพบว่า นักเรียนโดยส่วนใหญ่ที่ใช้การเรียนการสอนประกอบกับแบบฝึกทักษะ แบบฝึกหัดที่นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเองและการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองหลังจากที่นักเรียนได้เรียน

ไปแล้ว จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระการเรียนรู้ได้คงทนถาวรมากขึ้น ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้สร้างชุดฝึกทางเคมีเพื่อแก้ปัญหาการทำโจทย์และการคำนวณวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนการสอน พัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนนอกเหนือจากการเรียนการสอนปกติ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานครในการดำเนินงานเพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ มาประกอบการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวน 141 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ภาคการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องเป็นกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบ่งออกเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 ชุด

2.1.1 ดำเนินการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดฝึกทางเคมี

(1) ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(2) วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาเคมี

(3) วิเคราะห์เนื้อหาเนื้อหา โดยใช้เอกสาร ตำรา แบบเรียน และคู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการ

(4) ศึกษาทฤษฎี แนวคิดและหลักการการพัฒนาสื่อนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทางเคมี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดฝึกทักษะทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์

(5) ศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดหน่วยการเรียนรู้ ออกแบบการจัดทำชุดฝึกทางเคมี การวัดและการประเมินผล

2) กำหนดองค์ประกอบของชุดฝึกทางเคมีแต่ละชุดให้มีองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน คือ

(1) ชื่อเรื่องชุดฝึกทางเคมี ซึ่งมีทั้งหมด 4 ชุด ดังนี้ ความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ การคำนวณพลังงานพันธะและรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถบอกชนิดของพันธะโคเวเลนต์ นักเรียนไม่สามารถเขียนสูตรและการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ นักเรียนไม่สามารถคำนวณพลังงานพันธะ และนักเรียนไม่สามารถหารูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์

(2) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและแบบจุดได้ ระบุชนิดของพันธะโคเวเลนต์ได้ เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้ คำนวณ หาพลังงานพันธะในโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ได้ บอกจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะได้ เขียนสูตรทั่วไป VSEPR ได้ วาดรูปทรงสามมิติของรูปร่างโมเลกุลได้ และสามามารถทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

(3) เนื้อหาสาระ ได้แก่ ความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ พลังงานพันธะ และรูปร่างโมเลกุล

(4) ประกอบด้วยชุดฝึกย่อย มีจำนวน 4 ชุด โดยแต่ละชุดฝึกจะเรียงลำดับจากง่ายไปยาก และในแต่ละข้อของแบบฝึกหัดจะประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยเพื่อเป็นแนวทางใน

การทำแบบฝึกหัดในชุดฝึกเพื่อเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดความท้าทายความสามารถของผู้เรียน อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทำงานเป็นลำดับขั้นตอน

(5) เฉลยชุดฝึกทางเคมี

3) ดำเนินการสร้างชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ตามทฤษฎี แนวคิดและหลักการสร้างชุดฝึกทางเคมี ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ ชุดที่ (1) ความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ (2) การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ (3) พลังงานพันธะ (4) รูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ โดยมีส่วนประกอบของชุดฝึกทางเคมีเป็นไปตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ข้างต้น

4) นำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ จำนวน 4 ชุด มี่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโครงสร้างของชุดฝึกทางเคมีกับองค์ประกอบและขั้นตอนของกิจกรรมที่กำหนดไว้ในชุดฝึกทางเคมี โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดฝึกทางเคมี (Item Objective Cogruence: IOC) โดยพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

5) นำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ จำนวน 4 ชุด ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความตรงของบทเรียนกับจุดประสงค์และกรอบของการสร้างชุดฝึก จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง ดังนี้

(1) แก้ไขคำผิด ฉีกคำ และแบ่งวรรคตอนให้ถูกต้อง

(2) ปรับข้อคำถามของแบบทดสอบให้สมบูรณ์

(3) การใช้ภาษาในกรอบเชื่อมโยงให้ถูกต้อง

6) นำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ จำนวน 4 ชุดมาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 เพื่อหาประสิทธิภาพ ดังนี้

(1) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ปีการศึกษา 2559 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน จากนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยใช้เวลาการจัดกิจกรรม 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยให้นักเรียนทำชุดฝึกทักษะและแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี ได้ค่า E_1/E_2 เป็น 75.97/75.93

(2) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี โดยการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ปีการศึกษา 2559 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน จากนักเรียนกลุ่มเก่ง จำนวน 3 คน กลุ่ม

ปานกลาง จำนวน 4 คน และกลุ่มอ่อน จำนวน 3 คน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โดยให้นักเรียนทำชุดฝึกทางเคมี และแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี ได้ค่า E_1/E_2 เป็น 76.28/75.74

(3) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี โดยการทดลองภาคสนาม (Field Testing) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ปีการศึกษา 2559 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน จากกลุ่มนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยให้นักเรียนทำชุดฝึกทักษะและแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี ได้ค่า E_1/E_2 เป็น 75.68/75.08

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบอัตนัย ดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาหลักการและเทคนิคในการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารการวัดและประเมินผลต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในชุดฝึกทางเคมี

2.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ข้อใหญ่

2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดฝึกทางเคมี ได้ค่าความเที่ยง 0.82 และค่าความตรงของเนื้อหา 1

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวิธีการสอนแบบปกติ แต่ให้กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทำแบบฝึกหัดโดยใช้ชุดฝึกหลังเรียนทุกบทเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

3.2 ดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เพื่อนำคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองไปหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ภาคสนาม และเปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 หาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ภาคสนาม

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ค่าที (t-test for independent sample)

บทที่ 4
ผลของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 35 คน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ตามเกณฑ์ 75/75

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดฝึกกับการเรียนด้วยการสอนแบบปกติ

1. การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดฝึกทางเคมี โดยการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ผู้ศึกษาได้นำชุดฝึกทางเคมีที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย จำนวน 3 คน โดยคละกันระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวนเท่ากัน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ชุดฝึกทางเคมี	E_1	E_2
	75.97	75.93

N = 3

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทางเคมี จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 75.97/75.93 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 75/75

1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ตามเกณฑ์ 75/75 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์แบบกลุ่มเล็ก

ชุดฝึกทางเคมี	E_1	E_2
	84.47	81.33

N = 10

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ชุดฝึกทางเคมี จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 76.28/75.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ 75/75

จากการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ทั้งแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และแบบกลุ่มเล็ก จะเห็นได้ว่าว่าชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์อยู่ในเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 พร้อมที่จะนำไปใช้งานในภาคสนามต่อไป

1.3 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี โดยการลงภาคสนาม (Field Testing) ผู้ศึกษาได้นำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ไปใช้ทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพโดยการทดลองภาคสนาม ใช้กลุ่มตัวอย่าง 35 คน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์
โดยการทดลองภาคสนาม

ชุดฝึกทางเคมี	E_1	E_2
	75.68	75.08

N = 35

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า จากการทดลองภาคสนาม มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 = 75.68/75.08 จะเห็นว่าชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดฝึกกับการเรียนด้วยการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ระหว่างการเรียน โดยใช้ชุดฝึกกับการเรียนด้วยการสอนแบบปกติ

กลุ่มทดลอง	n	$\overline{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	25	13.16	2.34	21.08*
หลังเรียน	25	24.40	3.22	

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ระหว่างการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมีกับการเรียนด้วยการสอนแบบปกติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้ชุดฝึกมีค่าสูงกว่าการเรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุปการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่สำคัญ ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย ที่เรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวน 141 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามมารถ

2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 แผนการเรียนวิทย์-คณิต อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการด้วยตนเอง ดังนี้

1) ปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการทดลอง จุดประสงค์ของการดำเนินการทดลอง และวิธีประเมินผลการเรียน

2) ผู้ศึกษาให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาความรู้และทำแบบฝึกหัดในชุดฝึกทางเคมีในแต่ละเรื่องในช่วงบ่ายของวันพุธ ภายในเวลา 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

3) นักเรียนตรวจแบบฝึกหัดของตัวเอง เพื่อทบทวนความรู้

4) ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อพันธะโคเวเลนต์ จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

5) ผู้ศึกษาตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพันธะโคเวเลนต์ พร้อมทั้งบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

6) นำคะแนนการทำแบบฝึกหัดและคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติและสรุปผลการวิจัย

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการ

1) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของชุดฝึกทางเคมีตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยการใช้ชุดฝึกกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ มีประสิทธิภาพ 75.68/75.08 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยชุดฝึกทางเคมี มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ

2. อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร พบว่า ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ดังต่อไปนี้

2.1 ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75/75 เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ที่เป็นเช่นนั้นเพราะ ผู้วิจัยได้สร้างชุดฝึกทางเคมีอย่างมีระบบ แบบแผน และเป็นไปตามแนวทางการสร้างชุดฝึกที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับในหมู่นักวิชาการ แล้วดำเนินการสร้างตามหลักการสร้างชุดฝึกที่ดี ดังที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ บุญเลิศ ส่องสว่างและวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555, น. 14-87 – 14-89) ได้กล่าวว่า การสร้างชุดฝึกที่ดีต้องมี 9 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์สถานการณ์และสภาพแวดล้อมทางการเรียน วิเคราะห์ผู้เรียน กำหนดวัตถุประสงค์ วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดสื่อหลักและสื่อเสริม วางแผนและเตรียมการผลิตชุดฝึก จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีลำดับขั้นตอน ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ดวงสมร ดวงตา. (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน พบว่า แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมลมีประสิทธิภาพ 85.90/82.35 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ สมจิตร จอดนอก. (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์และพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบัวลาย จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของชถดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงานหน่วยไฟฟ้าพลังงาน มีประสิทธิภาพ 83.80/79.07 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนหลังเรียนชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ สาระหน่วยพลังงานไฟฟ้ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงกว่าก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่เรียนโดยการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 ที่เป็นเช่นนั้นเพราะ ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้คำนึงถึงทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ เปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกทำด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง จนเกิดความชำนาญ เป็นไปตามกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (อ้างถึงในทิศนา แขมมณี. 2552, น.51 – 52) เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามมีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อยๆ จะทำให้ผู้ฝึกหัดมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดี ผู้เรียนจะมีทักษะทางวิทยาศาสตร์ดี

ก็ต่อเมื่อมีการฝึกฝนหรือกระทำบ่อยๆ ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร บุศราคัม. (2554) ได้สร้างชุดฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ต้องคำนึงถึงบริบท และควรปรับปรุงแบบฝึกหัดและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชุดฝึกเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพบริบทของตนเอง เนื่องจากชุดฝึกชุดนี้ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์มาจากบริบทของผู้ศึกษาเอง

3.1.2 ระหว่างการใช้ชุดฝึกทางเคมี ครูควรกำกับ ดูแลเอาใจใส่นักเรียน คอยเป็นผู้ชี้แนะให้คำปรึกษาแก่นักเรียน และครูควรมีการเสริมแรงให้กำลังใจนักเรียน

3.1.3 ในการนำชุดฝึกไปใช้ ครูผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนในการใช้ชุดฝึกและหากสงสัยให้นักเรียนสอบถามเพื่อความเข้าใจ

3.1.4 เวลาที่ใช้สำหรับการศึกษาในแต่ละชุดฝึกควรมีการยืดหยุ่นได้บ้างตามความเหมาะสม

3.1.5 สามารถนำไปทำเป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกทำตามความต้องการและเกิดความชำนาญ

3.1.6 สามารถนำไปใช้เป็นการสอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่เรียนไม่ผ่านเกณฑ์

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการพัฒนาชุดฝึกทางเคมีเพื่อพัฒนาทักษะทางเคมีในเรื่องอื่นๆ เช่น พันธะไอออนิก ปริมาณสารสัมพันธ์ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี กรด-เบส และสมดุลเคมี เป็นต้น

3.2.2 ควรพัฒนาชุดฝึกเพื่อพัฒนาในวิชาอื่นๆ เช่น ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2553). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน.* หน่วยที่ 9 หน้า 52-53,72-74 นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

_____. (2554). การวัดความรู้ความคิด. ใน การประเมินและวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. หน่วยที่ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

กุสยา แสงเดช. (2545). *ชุดการสอนคู่มือครูพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับประถมศึกษา.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็คจำกัด

เกศินี มีคุณ. (2547). *การสร้างแบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการ. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

ชยาภรณ์ พิณภาทย์. (2542). *การใช้ภาษาไทย ประสานมิตร.* กรุงเทพฯ.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). การผลิตชุดการสอนระดับมัธยม. ใน *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา.* หน่วยที่ 8-15 (พิมพ์ครั้งที่ 14).กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.

_____. (2551). *ประมวลชุดสาระวิชาการพัฒนาหลักสูตรและสื่อการเรียนการสอน.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขมัยธรรมาธิราช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ บุญเลิศ ส่องสว่าง และวาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555). *การผลิตชุดการสอน.* ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและการสอน.* หน่วยที่ 8-15 (พิมพ์ครั้งที่ 5). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2540). *หลักการสอนทั่วไป.* กรุงเทพฯ: มป.ท.

จริยภรย์ รุจิโมระ. (2548). *การช่วยเหลือเฉพาะด้านสำหรับเด็กที่มีปัญหาทางการเรียนรู้.* คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

จำนง พลายแย้มแข. (2539). *เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริมตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

เจริญ วรนาถนฤมล. (2547). *การพัฒนาแบบฝึกหัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่* 1. (การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ดวงสมร ดวงตา. (2556). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์คำนวณวิชาเคมี เรื่องโมล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม จังหวัดน่าน.* (สาระนิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ทิศนา แขมมณี. (2552). *ศาสตร์และการสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิลาภรณ์ ธรรมวิเศษ. (2546). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการเขียนตัวสะกดคำในมาตราตัวสะกดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เอสพีปริ้นติ้ง.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุปผา นรภาร. (2548). *การพัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

ปฐมพร บุญลี. (2545). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

ประจวบจิตร คำจัตุรัส. (2551). *การสอนวิทยาศาสตร์ในสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์.* หน่วยที่ 8-15 นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พนัดดา สุหญ้านาง. (2547). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จำรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ.2542. (2546). กรุงเทพฯ: นามมีบีคส์พับลิเคชั่น.

ยุพิน พิพิธกุล และศิริพร ทิพย์คง. (2549). *ชุดกิจกรรมการเรียนที่เน้นผู้เรียนสำคัญ คณิตสาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และอัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2547). *ระเบียบวิธีการวิจัย.* กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีดการพิมพ์.

วรรณภา แซ่ตั้ง. (2541). *การสร้างแบบฝึกการเขียนสะกดคำสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

สกุล คำพิพจน์. (2554). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุสาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สายสุนีย์ หนุแสง. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคิดวิเคราะห์เรื่องเศรษฐศาสตร์ในชีวิตประจำวัน กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรมที่สอนโดยวิธีการสืบสวนสอบสวน

สุพรรณี ไชยเทพ. (2544). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาเล่ม 3.* กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิชย์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

เสาวนีย์ โครตชมพู. (2555). *การพัฒนาชุดแบบฝึกทักษะการคิดคำนวณกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่องมวลอะตอม มวลโมเลกุลและความเข้มข้นของสารละลาย โรงเรียนเดื่อวิทยาคาร จังหวัดหนองคาย.*

สมใจ ปรมาธิกุล. (2550). การพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ม.ป.ท. : ม.ป.พ.,ม.ป.ป.

สมจิตร จอดนอก. (2552). *การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมะยมศึกษาปีที่ 3.* (การศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สมศักดิ์ สินธุระเวช. (2540). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน. ใน *เอกสารทางวิชาการเอกสารลำดับที่ 33.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

อัมพร บุษราคัม (2554) *ผลการใช้ชุดฝึกกิจกรรมการแก้โจทย์คำนวณวิชาเคมีที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย. (2556). *รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self Assessment Report: SAR).* ประจำปีการศึกษา 2556 กรุงเทพฯ: อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย.

_____. (2557) *รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self Assessment Report: SAR) ประจำปีการศึกษา 2557.* กรุงเทพฯ: อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย.

_____. (2558*). รายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินตนเอง (Self Assessment Report: SAR) ประจำปีการศึกษา 2558.* กรุงเทพฯ: อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย.

Lawry, Blaener Lane. (1978). The Effect of Four Drill and Practics time unit on the Recording Perfprmances of Student wirh Specific Learning Disabilities" Dissertation Abstracts International. 39, 9:817-A.

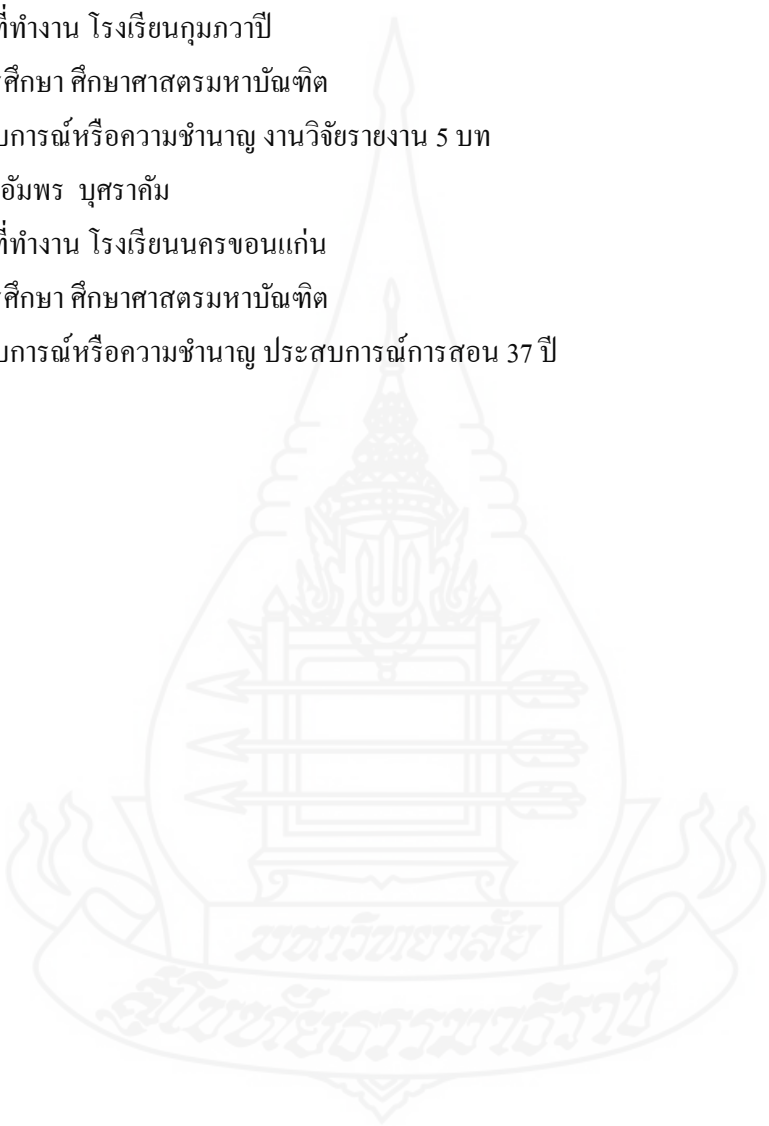
Meek, E.B. (1972). "Learning package versus conventional methods of instruction" Dissertation Abstracts International. 33(8):4296.A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. ชื่อ นางขนิษฐา สารปรัง
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนกุมภวาปี
   วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ งานวิจัยรายงาน 5 บท
2. ชื่อ นางกนกวรรณ พลอาษา
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนกุมภวาปี
   วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ งานวิจัยรายงาน 5 บท
3. ชื่อ นางอัมพร บุศราคัม
   สถานที่ทำงาน โรงเรียนนครขอนแก่น
   วุฒิการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ ประสบการณ์การสอน 37 ปี



ภาคผนวก ข

ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์

ผลการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

นางสาวกนกพร ไหมชุม

รหัสนักศึกษา 2562102281

แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาหลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

คำชี้แจง

1. ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 4 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 ความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์ ใช้เวลาเรียน 3 คาบ

เรื่องที่ 2 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ใช้เวลาเรียน 3 คาบ

เรื่องที่ 3 พลังงานพันธะ ใช้เวลาเรียน 3 คาบ

เรื่องที่ 4 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ ใช้เวลาเรียน 3 คาบ

2. ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ใช้เป็นชุดฝึกทบทวนเนื้อหาที่ใช้เรียนในห้องเรียนปกติ โดยครูใช้เวลาหลังเลิกเรียนในการสอนเนื้อหา เนื้อหาละ 3 ชั่วโมง และนักเรียนทำชุดฝึกทักษะเป็นการบ้านหรือเวลาว่าง ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เวลาในการทำชุดฝึกทางเคมีให้แล้วเสร็จในเวลาที่กำหนดตามความสามารถของตนเอง

3. ส่วนประกอบของชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ ประกอบด้วย

3.1 คำชี้แจง

3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์

3.3 คำแนะนำการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับครู

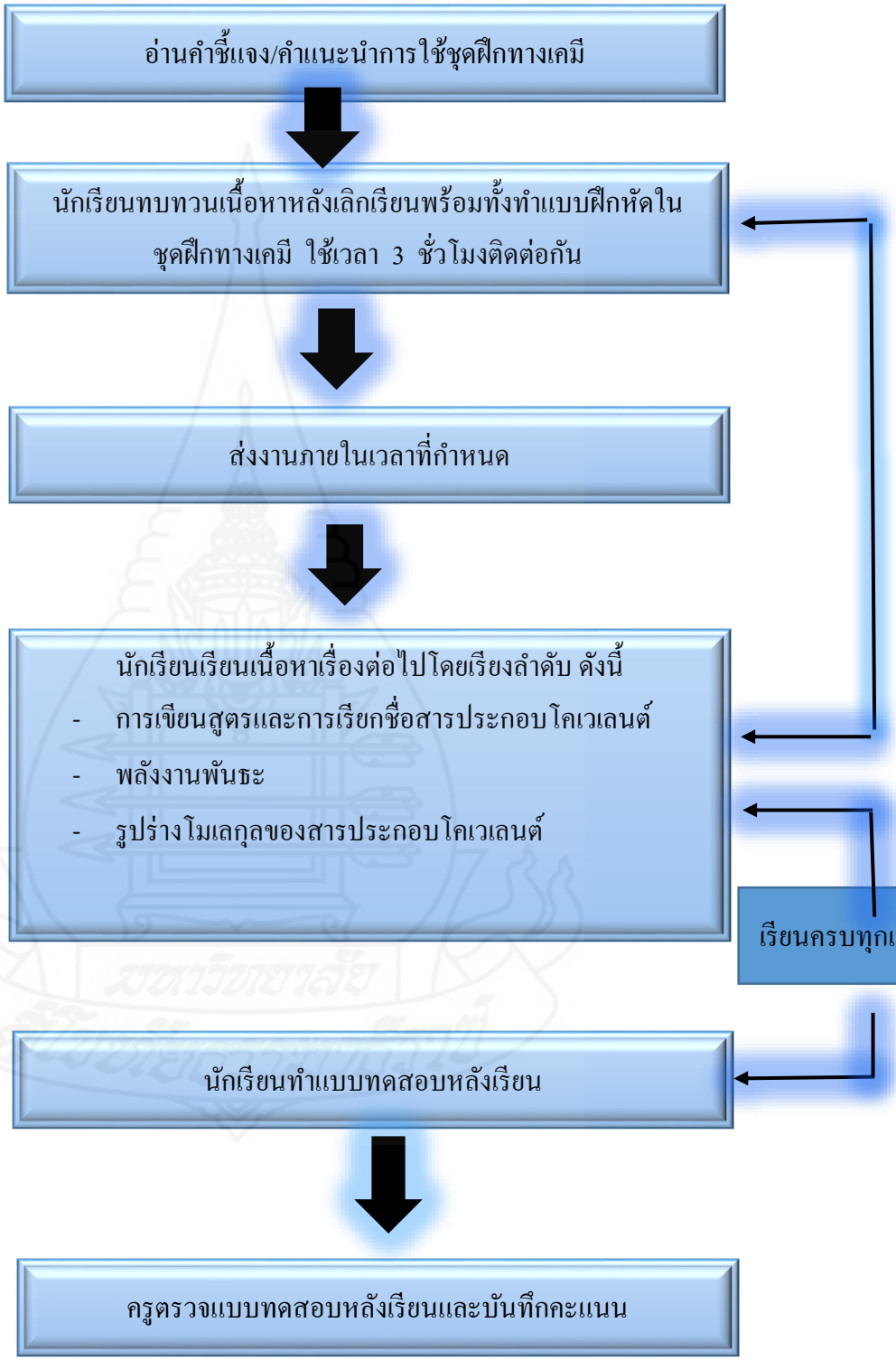
3.4 คำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียน

3.5 มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

4. ผู้ใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ควรศึกษาคำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทางเคมีก่อนใช้

แผนผังแสดงขั้นตอนการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมีเรื่องเรื่องพันธะโคเวเลนต์

ชุดที่ 1 เรื่องความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์



คำแนะนำในการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาที่สอน เอกสารการเรียนรู้และคำชี้แจงต่างๆ ให้เข้าใจก่อนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

2. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง แนะนำการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ แนวปฏิบัติในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาความรู้ในแต่ละเรื่องพร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดทบทวนเสริมความรู้เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามข้อสงสัยต่างๆ ได้อย่างเต็มที่ พร้อมทั้งคอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนตอบข้อสงสัยต่างๆ ระหว่างฝึกทบทวนทำชุดฝึกทางเคมี

4. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดในชุดฝึกทางเคมีเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนตรวจคำตอบของแบบฝึกหัดด้วยตนเอง พร้อมทั้งบันทึกคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

คำแนะนำการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียน

การเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยความซื่อสัตย์และตั้งใจ ดังต่อไปนี้

1. อ่านคำชี้แจง ขั้นตอนการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ คำแนะนำการใช้ชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ และมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ ให้เข้าใจก่อนการเรียน

2. เนื้อหาในชุดฝึกทางเคมี แต่ละเรื่องย่อยใช้เวลา 3 ชั่วโมง กำหนดให้เรียนในวันพุธช่วงบ่าย

3. ในการทำชุดฝึกทางเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ อาจให้นักเรียนทำเป็นการบ้านหรือเวลาว่าง เพื่อให้นักเรียนได้ทำการฝึกฝนตามความสามารถของตนเอง

4. เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด นักเรียนต้องมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง ไม่ลอกงานเพื่อน และไม่เปิดดูเฉลยก่อนที่จะทำแบบฝึกหัดเสร็จ

มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้

- การเกิดพันธะโคเวเลนต์
- การเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์
- การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์
- พลังงานพันธะ
- รูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์

ผลการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนได้ฝึกทบทวนและทำแบบฝึกหัดในชุดฝึกทางเคมีเรื่องพันธะโคเวเลนต์ครบทุกเรื่องแล้ว นักเรียนสามารถ

1. ด้านความรู้ (Knowledge : K)

1.1 เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1.2 เขียนสูตรโครงสร้างแบบจุดของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1.3 ระบุชนิดของพันธะโคเวเลนต์ได้

1.4 เขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1.5 อ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1.6 เปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1.7 คำนวณหาพลังงานพันธะในโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1.8 ทำนายรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (Process : P)

2.1 ทักษะการสืบเสาะหาความรู้

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา

2.3 ทักษะการคำนวณ

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude : A)

3.1 ซื่อสัตย์

3.2 ใฝ่เรียนรู้

3.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

3.4 มีจิตวิทยาศาสตร์

ชุดที่ 1
ความหมายและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของพันธะโคเวเลนต์ได้
2. อธิบายการสร้างพันธะโคเวเลนต์ของธาตุได้
3. ระบุชนิดของพันธะโคเวเลนต์ได้
4. เขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิสได้
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของพันธะโคเวเลนต์และโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ได้

เนื้อหาสาระ

กฎออกเตต กล่าวว่า อะตอมของธาตุต่างๆ ที่เข้าทำปฏิกิริยากัน จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนอิเล็กตรอนเพื่อที่จะให้มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนแบบเดียวกับแก๊สเฉื่อย คือ มีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 (ยกเว้น H ครบ 2)

เพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต ธาตุต่อไปนี้ควรจะมีจำนวนพันธะที่ล้อมรอบ ดังนี้

F	Cl	Br	I	H	มี 1 พันธะ
O	S	(VIA)	(Be)		มี 2 พันธะ
N	P	(VA)	(B)		มี 3 พันธะ
C	Si				มี 4 พันธะ

พันธะเคมี คือ แรงยึดเหนี่ยวซึ่งอยู่ระหว่างอะตอม ซึ่งทำให้อะตอมต่างๆ เข้ามาอยู่ร่วมกันเป็นโมเลกุล เกิดขึ้นเนื่องจากอะตอมปรับตัวให้ตัวเองมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 อิเล็กตรอน

พันธะเคมี มี 3 ประเภท ได้แก่

1. พันธะโคเวเลนต์
2. พันธะไอออนิก
3. พันธะโลหะ

1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์

พันธะโคเวเลนต์ คือ พันธะเคมีที่เกิดขึ้นจากอะตอมคู่หนึ่งซึ่งเป็นอะตอมระหว่างอโลหะกับอโลหะ นำเวเลนต์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกันเป็นคู่ๆ อาจเป็น 1 คู่ 2 คู่หรือ 3 คู่ ก็ได้ เพื่อให้มีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 เป็นไปตามกฎออกเตต

เวเลนต์อิเล็กตรอน หมายถึง อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุดของอะตอม ซึ่งจำนวนเวเลนต์อิเล็กตรอนของธาตุใดๆ จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมู่ของธาตุนั้นๆ

ตัวอย่าง 1 การเกิดพันธะของคลอรีน (Cl) กับฟลูออรีน (F)

ทั้งคลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ล้วนเป็นอโลหะหมู่ VIIA เหมือนกัน อะตอมทั้งสองต่างต้องการอิเล็กตรอนอีก 1 ตัวเหมือนกัน แต่เนื่องจากอะตอมทั้งสองล้วนมีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี (EN) สูง อะตอมทั้งสองจึงไม่ยอมจ่ายอิเล็กตรอนให้แก่กัน จึงต้องมีการนำเอาเวเลนต์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน 1 คู่ เพื่อให้อะตอมทั้งสองเสมือนมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 ตัวเหมือนกันทั้งคู่ อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันนี้ จะเรียกอิเล็ตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันนี้จะมีแรงดึงดูดกับนิวเคลียสของอะตอมที่เข้าร่วมพันธะกันแรงดึงดูดตรงนี้ เรียกว่า พันธะโคเวเลนต์ และโมเลกุลที่เกิดขึ้นจะเรียกว่า โมเลกุลโคเวเลนต์ สารประกอบที่เกิดขึ้น เรียกว่า สารประกอบโคเวเลนต์

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

(เป็นอิเล็กตรอนที่มาจากธาตุอะตอมเดียวกันทั้งคู่)

อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 1 คู่

(อิเล็กตรอน 1 ตัวมาจาก Cl อีก 1 ตัวมาจาก F)

ตัวอย่าง 2 การเกิดพันธะของออกซิเจน (O) กับออกซิเจน (O)

ออกซิเจน (O) เป็นอโลหะหมู่ VIA อะตอมออกซิเจนต้องการอิเล็กตรอนอีก 2 ตัว ดังนั้นเมื่อออกซิเจน 2 อะตอมเข้ามารวมตัวกัน จะมีการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ เพื่อให้แต่ละอะตอมเสมือนมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8

อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่

แบบฝึกหัดที่ 1

จงอธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์จากธาตุที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. ไฮโดรเจน (H) กับ ฟลูออรีน (F)

ขั้นที่ 1 ฟลูออรีน (F) เป็นธาตุ……หมู่ …… อะตอมของฟลูออรีนจะมีความต้องการอิเล็กตรอนอีก ……..ตัว

ขั้นที่ 2 อะตอมไฮโดรเจน (H) มีอิเล็กตรอน …… ตัว(อยู่ในระดับพลังงานที่ 1 มีอิเล็กตรอนได้สูงสุด 2 อิเล็กตรอน) อะตอมไฮโดรเจนจะต้องการอิเล็กตรอนอีก ……. ตัว

ขั้นที่ 3 อะตอมทั้งสองจะมีการนำเวเลนต์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน…….คู่ แล้วเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์

2. ไฮโดรเจน (H) กับ ออกซิเจน (O)

ขั้นที่ 1 ออกซิเจน (O) เป็น.....หมู่ ……. อะตอมออกซิเจนจะมีความต้องการอิเล็กตรอนอีก……ตัว

ขั้นที่ 2 อะตอมไฮโดรเจน (H) มีอิเล็กตรอน …… ตัว(อยู่ในระดับพลังงานที่ 1 มีอิเล็กตรอนได้สูงสุด 2 อิเล็กตรอน) อะตอมไฮโดรเจนจะต้องการอิเล็กตรอนอีก ……ตัว

ขั้นที่ 3 อะตอมออกซิเจน 1 อะตอม จะต้องเข้ารวมตัวกับอะตอมไฮโดรเจน…… อะตอม แล้วนำเวเลนต์อิเล็กตรอนเข้ามาใช้ร่วมกัน เพื่อให้อะตอมของออกซิเจนมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 ส่วน ไฮโดรเจนมีอิเล็กตรอนครบ 2 ตัว

###โปรดตรวจกับแนวคำตอบท้ายเล่ม###

2. ชนิดของพันธะโคเวเลนต์

พันธะโคเวเลนต์มี 3 ชนิด ได้แก่

1. **พันธะเดี่ยว** คือ พันธะที่มีการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ (—) เช่น พันธะของ Cl_2

   $:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$ หรือ $Cl-Cl$

2. **พันธะคู่** คือ พันธะที่มีการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ (=) เช่น พันธะของ O_2

   $:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}::\underset{\cdot\cdot}{O}:$ หรือ $O=O$

3. **พันธะสาม** คือ พันธะที่มีการใช้เวเลนต์อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ (≡) เช่น พันธะของ N_2

   $:N:::N:$ หรือ $N\equiv N$

3. การเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและสูตรโครงสร้างแบบจุด

การเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและโครงสร้างแบบจุด มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ อะตอมที่มีอะตอมเดียว และต้องการเวเลนต์อิเล็กตรอนมากที่สุด หรือมีจำนวนแขนมากที่สุด โดยจำนวนแขนของอะตอมที่ควรรู้จัก เช่น

H และธาตุหมู่ VIIA (F,Cl,Br,I)	มี 1 แขน (เพราะต้องการอิเล็กตรอน 1 ตัว)
O , S (หมู่ VIA)	มี 2 แขน (เพราะต้องการอิเล็กตรอน 2 ตัว)
N (หมู่ VA)	มี 3 แขน (เพราะต้องการอิเล็กตรอน 3 ตัว)
C , Si(หมู่ IVA)	มี 4 แขน (เพราะต้องการอิเล็กตรอน 4 ตัว)

ขั้นที่ 2 วางตำแหน่งอะตอมกลาง แล้วเอาอะตอมอื่นล้อมรอบ

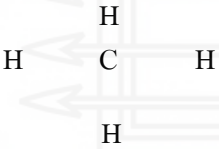
ขั้นที่ 3 ใส่แขนของแต่ละอะตอม โดยนำแขนของอะตอมที่ติดกันมาเชื่อมต่อเป็นเส้นเดียวกัน

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (∶) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

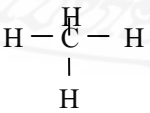
ตัวอย่าง 3 จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของ C และ H

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** หาอะตอมกลาง ข้อนี้คือ C เพราะ C มีอะตอมเดียวและมีแขนมากที่สุด 4 แขน

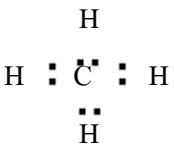
ขั้นที่ 2 นำอะตอมของ C วางไว้ตรงกลาง แล้ววาง H 4 อะตอม ล้อมรอบ C



ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย C มี 4 แขน และ H มี 1 แขน และ C กับ H ทีอยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อกัน



ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (∶) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ



เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดของพันธะเดี่ยวทั้งหมด 4 พันธะ

ตัวอย่าง 4 จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของ C กับ O

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** หาอะตอมกลาง คือ C เพราะ C มีแขนมากที่สุด 4 แขน

ขั้นที่ 2 นำอะตอม C วางไว้ตรงกลาง แล้ววาง O 2 อะตอมล้อมรอบ C

O C O

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย C มี 4 แขน และ O แต่ละอะตอมมี 2 แขน และ C กับ O ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อกัน

O = C = O

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

:Ö :: C :: Ö:

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะคู่จำนวน 2 พันธะ

ตัวอย่าง 5 จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของ N กับ N

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** หาอะตอมกลาง คือ N

ขั้นที่ 2 นำอะตอม N วางไว้ตรงกลาง แล้ววาง Nอีก 1 อะตอมที่เหลือไว้ข้างๆ

N N

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย N มี 3 แขน

N ≡ N

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

: N :: N :

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะสาม จำนวน 1 พันธะ

แบบฝึกหัดที่ 2

จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและแบบจุดของธาตุที่กำหนดให้ และบอกว่ามีพันธะชนิดใดบ้าง จำนวนกี่พันธะ

1. Si และ H

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ …….. เพราะ …….. มีแขนมากที่สุด คือ …… แขน ส่วน……. มี …….. แขน (ดังนั้น Si …….. อะตอมทำปฏิกิริยากับ H ……อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม……..วางไว้ตรงกลาง แล้ววางอะตอม ……..ล้อมรอบ(ใส่อิเล้กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางให้ครบ 8 อิเล็กตรอน

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย Si มี 4 แขน และ H มี 1 แขน และ Si กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:)

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……....จำนวน…….พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

2. H และ S

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง……. เพราะ……..มีแขนมากที่สุด……..แขน ส่วนอะตอม ……. มี …… แขน (ดังนั้น S …… อะตอมทำปฏิกิริยากับ H …….. อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม …….. วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม ……ล้อมรอบ

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย …….. มี……แขน และ ……มี …… แขน และ Si กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ 8 อิเล็กตรอน

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……....จำนวน…….พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

3. N และ H

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ…….. เพราะ …….. มีแขนมากที่สุด คือ ……แขน ส่วน……. มี…… แขน (ดังนั้น N…… อะตอมต้องใช้ H…… อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม …… วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม …….. อีก……. อะตอมล้อมรอบ

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย …….มี …… แขน และ ……มี ……. แขน และ N กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (∶) บและใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……....จำนวน……พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

4. H และ O

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ…… เพราะ …….. มีแขนมากที่สุด …….แขน ส่วน ……มี…….. แขน (ดังนั้น O…….. อะตอมทำปฏิกิริยากับ H ……..อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม …… วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม ……อีก…….. อะตอมล้อมรอบ

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย …… มี …….แขน และ……... มี …… แขน และ O กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (∶) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……....จำนวน……พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

5. C และ O

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ …… เพราะ…….. มี ……แขน ส่วน ……,มี …….. แขน (ดังนั้น C ……อะตอม ทำปฏิกิริยากับ O ……..อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม ……วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม …….. ล้อมรอบ

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……....จำนวน…….พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

6. Be และ H

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง ……. เพราะ ……. มีแขนมากที่สุด คือ…… แขน ส่วน ……มี……. แขน (ดังนั้น Be ……..อะตอมต้องใช้ H…….. อะตอม

ขั้นที่ 2 นำอะตอม ……วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม……..ล้อมรอบ

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบเป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……..จำนวน…….พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

7. N และ N

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง ……. เพราะ ……. มีแขนมากที่สุด คือ…… แขน ส่วน ……มี……. แขน (ดังนั้น N …….. อะตอมต้องใช้ N…….. อะตอม

ขั้นที่ 2 นำอะตอม ……วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม……..ล้อมรอบ

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

เป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดพันธะ……....จำนวน…….พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว……..คู่

###โปรดตรวจกับแนวคำตอบท้ายเล่ม###

5. พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์

พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ คือ พันธะที่เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน แต่อิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันเป็นอิเล็กตรอนของอะตอมใดอะตอมหนึ่งเพียงฝ่ายเดียว โดยใช้สัญลักษณ์ $\rightarrow$

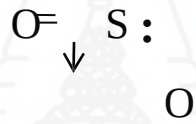
ตัวอย่าง 6 การเกิดพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** S และ O มีจำนวนเวเลนต์อิเล็กตรอนเท่ากัน แต่ S เป็นอะตอมเดี่ยวให้ S เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 นำอะตอม S วางไว้ตรงกลาง แล้ววาง O 2 อะตอมล้อมรอบ S

O S O

ขั้นที่ 3 S กับ O จะสร้างพันธะคู่ต่อกัน S จะเหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ เมื่อ O อีกตัวหนึ่งเข้ามารวมตัวด้วย O ตัวนี้จะเข้ามาใช้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ S ร่วมกับ S 1 คู่ โดยไม่มีการนำอิเล็กตรอนของ O มาร่วมด้วย ซึ่งจะเรียก พันธะโคเวเลนต์



แบบฝึกหัดที่ 3

จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารต่อไปนี้

1. SO_3

ขั้นที่ 1 ……..มี……..อิเล็กตรอนและ……มี…….
อิเล็กตรอนเท่ากัน แต่ …….เป็นอะตอมเดียว จึงให้ …….. เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 วางอะตอมของ……..ไว้ตรงกลาง แล้ววาง ……..อีก……อะตอม
ล้อมรอบ……และใส่อิเล็กตรอนเพื่อให้ทุกอะตอมมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8

2. N_2O

ขั้นที่ 1 ……..มี……..อิเล็กตรอนและ……มี…….
อิเล็กตรอนเท่ากัน แต่ …….เป็นอะตอมเดียว จึงให้ …….. เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 วางอะตอมของ……..ไว้ตรงกลาง แล้ววาง ……..อีก……อะตอม
ล้อมรอบ……และใส่อิเล็กตรอนเพื่อให้ทุกอะตอมมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8

3. O_3

ขั้นที่ 1 ……..มี……..อิเล็กตรอนและ……มี…….
อิเล็กตรอนเท่ากัน แต่ …….เป็นอะตอมเดียว จึงให้ …….. เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 วางอะตอมของ……..ไว้ตรงกลาง แล้ววาง ……..อีก……อะตอม
ล้อมรอบ……และใส่อิเล็กตรอนเพื่อให้ทุกอะตอมมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8

###โปรดตรวจกับแนวคำตอบท้ายเล่ม###

6. สารประกอบโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

มีโมเลกุลบางอย่างมีเวเลนต์อิเล็กตรอนของอะตอมกลางอาจจมากกว่าหรือน้อยกว่า 8 (ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎออกเตต) ได้แก่

1. พวกไม่ครบออกเตต ได้แก่ สารประกอบของธาตุในคาบที่ 2 ของตารางธาตุ ที่มีเวเลนต์อิเล็กตรอนน้อยกว่า 4 เช่น Be, B เช่น BF_3 , BCl_3 , $BeCl_2$, BeF_2 เป็นต้น

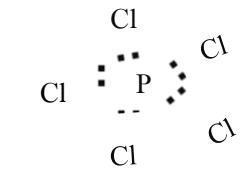
เช่น $BeCl_2$ (Cl ∶ Be ∶ Cl) (Cl – Be – Cl) จะได้ว่า Be มีเวเลนต์อิเล็กตรอน 4 ตัว

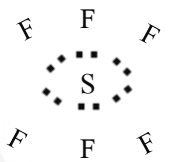
BF_3 (F ∶ B ∶ F) (F – B – F) จะได้ว่า B มีเวเลนต์อิเล็กตรอน 6 ตัว

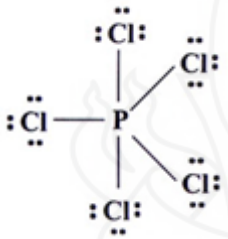
F F

2. พวกเกินออกเตต ได้แก่ สารประกอบของธาตุในคาบที่ 3 ของตารางธาตุ เป็นต้นไป สามารถสร้างพันธะแล้วทำให้อิเล็กตรอนเกิน 8 เช่น PCl_5 , SF_6 เป็นต้น

เช่น PCl_5 SF_6







เฉลยแบบฝึกหัดชุดที่ 1

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

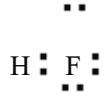
จงอธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์จากธาตุที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. ไฮโดรเจน (H) กับ ฟลูออรีน (F)

ขั้นที่ 1 ฟลูออรีน (F) เป็นธาตุอโลหะหมู่ VIIA อะตอมของฟลูออรีนจะมีความต้องการอิเล็กตรอนอีก 1 ตัว

ขั้นที่ 2 อะตอมไฮโดรเจน (H) มีอิเล็กตรอน 1 ตัว(อยู่ในระดับพลังงานที่ 1 มีอิเล็กตรอนได้สูงสุด 2 อิเล็กตรอน) อะตอมไฮโดรเจนจะต้องการอิเล็กตรอนอีก 1 ตัว

ขั้นที่ 3 อะตอมทั้งสองจะมีการนำเวเลนต์อิเล็กตรอนมาใช้ร่วมกัน 1 คู่ แล้วเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์

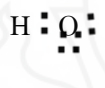


2. ไฮโดรเจน (H) กับ ออกซิเจน (O)

ขั้นที่ 1 ออกซิเจน (O) เป็นอโลหะหมู่ VIA อะตอมออกซิเจนจะมีความต้องการอิเล็กตรอนอีก 2 ตัว

ขั้นที่ 2 ไฮโดรเจน (H) จะต้องการอิเล็กตรอนเพียง 1 ตัว

ขั้นที่ 3 อะตอมออกซิเจน 1 อะตอม จะต้องเข้ารวมตัวกับอะตอมไฮโดรเจน 2 อะตอม แล้วนำเวเลนต์อิเล็กตรอนเข้ามาใช้ร่วมกัน เพื่อให้อะตอมของออกซิเจนมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8 ส่วน ไฮโดรเจนมีอิเล็กตรอนครบ 2 ตัว



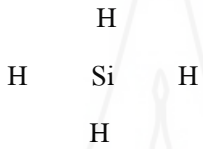
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นและแบบจุดของธาตุที่กำหนดให้ และบอกว่ามีพันธะชนิดใดบ้าง จำนวนกี่พันธะ

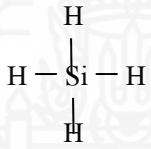
1. Si และ H

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ Si เพราะ Si มีแขนมากที่สุด คือ 4 แขน ส่วน H มี 1 แขน (ดังนั้น Si 1 อะตอมทำปฏิกิริยากับ H 4 อะตอม)

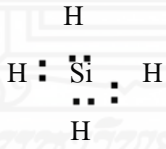
ขั้นที่ 2 นำอะตอม Si วางไว้ตรงกลาง แล้ววางอะตอม H ล้อมรอบ



ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย Si มี 4 แขน และ H มี 1 แขน และ Si กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ



ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (∶)

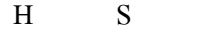


เป็นพันธะเดี่ยว จำนวน 4 พันธะ และอะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

2. H และ S

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง S เพราะ S มีแขนมากที่สุด 2 แขน ส่วนอะตอม H มี 1 แขน (ดังนั้น S 1 อะตอมทำปฏิกิริยากับ H 2 อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม S วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม H ล้อมรอบ



ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย S มี 2 แขน และ H มี 1 แขน และ Si กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

H – S – H

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (–) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

H : S : H
..

เป็นพันธะเดี่ยว จำนวน 2 พันธะ และอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่

3. N และ H

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ N เพราะ N มีแขนมากที่สุด คือ 3 แขน ส่วน H มี 1 แขน (ดังนั้น N 1 อะตอมต้องใช้ H 3 อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม N วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม H อีก 3 อะตอมล้อมรอบ

H N H
H

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย N มี 3 แขน และ H มี 1 แขน และ N กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

H – N – H
|
H

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (–) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

H : N : H
..
H

เป็นพันธะเดี่ยว จำนวน 3 พันธะ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่

4. H และ O

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ O เพราะ O มีแขนมากที่สุด 2 แขน ส่วน H มี 1 แขน (ดังนั้น O 1 อะตอมทำปฏิกิริยากับ H 2 อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม O วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม H อีก 2 อะตอมล้อมรอบ

H O H

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม โดย O มี 2 แขน และ H มี 1 แขน และ O กับ H ที่อยู่ติดกันให้นำแขนมาต่อ

H – O – H

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

H : O : H
..

เป็นพันธะเดี่ยว จำนวน 2 พันธะ และมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่

5. C และ O

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง คือ C เพราะ C มี 4 แขน ส่วน O มี 2 แขน (ดังนั้น C 1 อะตอม ทำปฏิกิริยากับ O 2 อะตอม)

ขั้นที่ 2 นำอะตอม C วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม O ล้อมรอบ

O C O

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม

O = C = O

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

O :: C :: O

เป็นพันธะคู่ จำนวน 2 พันธะ ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

6. Be และ H

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง Be เพราะ Be มีแขนมากที่สุด คือ 2 แขน ส่วน H มี 1 แขน (ดังนั้น Be 1 อะตอมต้องใช้ H 2 อะตอม

ขั้นที่ 2 นำอะตอม Be วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม H ล้อมรอบ

H Be H

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม

H — Be — H

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

H : Be : H

เป็นพันธะเดี่ยว จำนวน 2 พันธะ และเป็นพันธะโคเวเลนต์ชนิดที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

7. N และ N

ขั้นที่ 1 หาอะตอมกลาง N เนื่องจาก N ทั้ง 2 อะตอมมีแขน 3 แขน ดังนั้นจะได้ว่า N 1 อะตอม ต้องใช้ N อีก 1 อะตอม

ขั้นที่ 2 นำอะตอม N วางตรงกลาง แล้ววางอะตอม N ล้อมรอบ

N N

ขั้นที่ 3 เขียนแขนของแต่ละอะตอม

N ≡ N

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนจากโครงสร้างแบบเส้นเป็นโครงสร้างแบบจุด โดย 1 เส้น (—) มีค่าเท่ากับ 2 จุด (:) และใส่อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลางให้ครบ

N :: N

เป็นพันธะสาม จำนวน 1 พันธะ

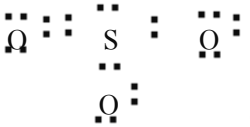
เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

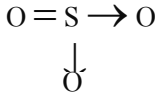
จงเขียนสูตรโครงสร้างของสารต่อไปนี้

1. SO_3

ขั้นที่ 1 S มี 6 อิเล็กตรอน O มี 6 อิเล็กตรอนเท่ากัน แต่ S เป็นอะตอมเดียว จึงให้ S เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 วางอะตอมของ S ไว้ตรงกลาง แล้ววาง O อีก 3 อะตอมล้อมรอบ S และใส่อิเล็กตรอนเพื่อให้ทุกอะตอมมีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8

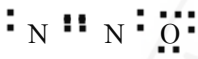




2. N_2O

ขั้นที่ 1 O มี 6 อิเล็กตรอน N มี 5 อิเล็กตรอน O เป็นอะตอมเดียวให้เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 วางอะตอมของ O ไว้ตรงกลาง แล้ววาง N อีก 2 อะตอมล้อมรอบ O และใส่อิเล็กตรอนทุกอะตอมให้มีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8



3. O_3

ขั้นที่ 1 ให้ O เป็นอะตอมกลาง

ขั้นที่ 2 วางอะตอม O ที่เหลือล้อมอะตอมกลาง และใส่อิเล็กตรอนทุกอะตอมให้มีเวเลนต์อิเล็กตรอนครบ 8

ชุดที่ 2 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ได้
2. เรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้

1. การเขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์

ขั้นที่ 1 ให้เรียงธาตุที่เข้ามารวมตัวกัน ดังนี้ $_{14}Si$, $_{6}C$, $_{51}Sb$, $_{33}As$, $_{15}P$, $_{7}N$, $_{1}H$,, $_{52}Te$, $_{34}Se$, $_{16}S$, $_{85}At$, $_{53}I$, $_{35}Br$, $_{17}Cl$, $_{8}O$, $_{9}F$ ตามลำดับ

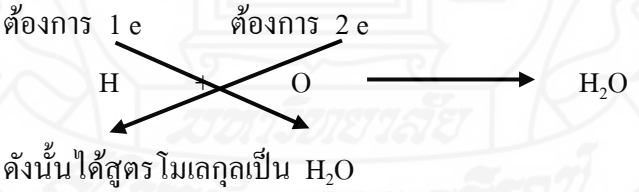
ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมธาตุต้องการ แล้วนำจำนวนอิเล็กตรอนนั้นไขว้สลับไปเขียนห้อยไว้หลังธาตุแต่ละตัว (ถ้าเป็น 1 อะตอมไม่ต้องระบุตัวห้อย) ต้องทำตัวเลขที่เป็นตัวห้อยให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนสูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุออกซิเจน ($_{8}O$) กับไฮโดรเจน ($_{1}H$)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** ต้องเขียนธาตุ $_{1}H$ ก่อน $_{8}O$ ตามหลักสากล

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว

H ต้องการอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน ส่วน O อยู่หมู่ VIA ต้องการอิเล็กตรอน 2 อิเล็กตรอน



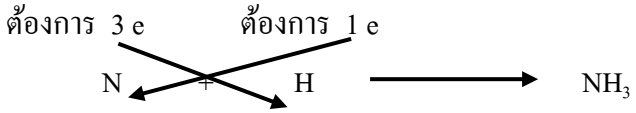
ดังนั้นได้สูตรโมเลกุลเป็น H_2O

ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนสูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุไฮโดรเจน ($_{1}H$) กับไนโตรเจน ($_{7}N$)

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ $_{7}N$ ก่อน $_{1}H$

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว

N หมู่ IVA ต้องการอิเล็กตรอน 3 อิเล็กตรอน ส่วน H ต้องการอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน



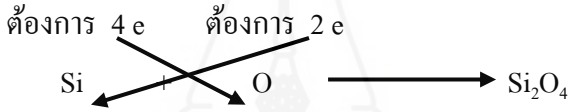
ดังนั้นได้สูตรโมเลกุลเป็น NH_3

ตัวอย่างที่ 3 จงเขียนสูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุซิลิกอน ($_{14}Si$) กับออกซิเจน ($_{8}O$)

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ $_{14}Si$ ก่อน $_{8}O$

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว

Si หมู่ IVA ต้องการอิเล็กตรอน 4 อิเล็กตรอน ส่วน O อยู่หมู่ VIA ต้องการอิเล็กตรอน 2 อิเล็กตรอน



ขั้นที่ 3 ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ คือ SiO_2

ดังนั้นได้สูตรโมเลกุลเป็น SiO_2

แบบฝึกหัดที่ 1

จงเขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุคู่ต่อไปนี้

1. $_{1}H$ กับ $_{16}S$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ …….. ก่อนธาตุ……

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ได้สูตรโมเลกุล เป็น……..

2. $_{6}C$ กับ $_{9}F$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ …….. ก่อนธาตุ……

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ได้สูตรโมเลกุล เป็น……..

3. $_{4}Be$ กับ $_{1}H$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ …….. ก่อนธาตุ……

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ได้สูตรโมเลกุล เป็น……..

4. $_{6}C$ กับ $_{8}O$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ …….. ก่อนธาตุ……

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ได้สูตรโมเลกุล เป็น……..

5. $_{15}P$ กับ $_{17}Cl$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ …….. ก่อนธาตุ……

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว

ได้สูตรโมเลกุล เป็น……..

###โปรดตรวจกับแนวคำตอบท้ายเล่ม###

2. การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ใช้หลักการ ดังนี้

1. อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวแรกเป็นภาษากรีก (ถ้าเป็น 1 อะตอมไม่ต้องอ่าน)

   1 = โมโน(mono) 2 = ได (di) 3 = ไตร (tri) 4 = เตตระ(tetra)

   5 = เพนตะ(penta) 6 = เฮกซะ (hexa) 7 = เฮปตะ(hepta) 8 = ออกตะ (octa)

   9 = โนนะ (nona) 10 = เดคะ (deca)

2. อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ
3. อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวที่ 2 เป็นภาษากรีก (ถ้าเป็น 1 อะตอมก็ต้องอ่านด้วย)
4. อ่านชื่อธาตุตัวที่ 2 พร้อมทั้งเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไ_ด์ (_ide) เช่น

Oxygene	เป็น	Oxide	Sulfer	เป็น	Sulfide
Iodine	เป็น	Iodide	Hydrogen	เป็น	Hydride

ตัวอย่างการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์

1. CO_2

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ C อ่านว่า Carbon

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 2 อ่าน di

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า Oxide

CO_2 อ่านว่า Carbondioxide

2. BF_3

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ B อ่านว่า Boron

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 3 อ่าน tri

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ F อ่านว่า fluoride

BF_3 อ่านว่า Borontrifluoride

3. Cl_2O

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 2 อ่านว่า Di

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ Cl อ่านว่า Chlorine

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 1 อ่าน mono

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า Oxide

Cl_2O อ่านว่า Dichloromonooxide หรือ Dichloromonoxide

4. P_4O_{10}

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 4 อ่านว่า Tetra

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ P อ่านว่า phosphorus

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 10 อ่าน deca

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า Oxide

P_4O_{10} อ่านว่า Tetraphosphorusdecaoxide

5. Cl_2O_7

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 2 อ่านว่า Di

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ Cl อ่านว่า chlorine

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 7 อ่าน hepta

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า Oxide

Cl_2O_7 อ่านว่า Dichlorineheptaoxide

แบบฝึกหัดที่ 2

1. N_2O

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …….อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ …… ..อ่านว่า ……..

N_2O อ่านว่า …….

2. P_4O_{10}

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า …….

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า …….

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……อ่านว่า ……..

P_4O_{10} อ่านว่า …….

3. PCl_5

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า ……..…..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……..…..

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……..อ่านว่า …...……..

PCl_5 อ่านว่า …….

4. OF_2

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า …….....

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……....

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……..อ่านว่า ……..

PCl_5 อ่านว่า …….

5. CS_2

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า =……อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า …….

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ …… ..อ่านว่า ……....

CS_2 อ่านว่า …….

6. N_2H_4

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……....

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……..อ่านว่า ……..

N_2H_4 อ่านว่า …….

7. H_2S

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……....

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……...อ่านว่า ……..

H_2S อ่านว่า …….

8. CI_4

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ ……..... อ่านว่า ……...……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ …… ..อ่านว่า ……..

CI_4 อ่านว่า …….

9. BCl_3

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ …….... อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……..อ่านว่า ……..

BCl_3 อ่านว่า …….

10. Cl_2O_7

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = …… อ่านว่า ……..

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ …….... อ่านว่า ……..……..

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = ……อ่านว่า ……...…..

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ ……อ่านว่า ……..

Cl_2O_7 อ่านว่า …….

###โปรดตรวจกับแนวคำตอบท้ายเล่ม###

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

จงเขียนสูตรโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุคู่ต่อไปนี้

1. $_{1}H$ กับ $_{16}S$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ $_{1}H$ ก่อนธาตุ $_{16}S$

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ธาตุ H ต้องการอิเล็กตรอน 1 ตัว ส่วนธาตุ S อยู่หมู่ VIA ต้องการอิเล็กตรอน 2 ตัว

ต้องการ 4e ต้องการ 2e

H S $\longrightarrow$ H_2S

ได้สูตรโมเลกุล เป็น H_2S

2. $_{6}C$ กับ $_{9}F$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ C ก่อนธาตุ F

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ธาตุ C หมู่ IVA ต้องการอิเล็กตรอน 4 ตัว ส่วนธาตุ F อยู่หมู่ VIIA ต้องการอิเล็กตรอน 1ตัว

ต้องการ 4e ต้องการ 1e

C F $\longrightarrow$ CF_4

ได้สูตรโมเลกุล เป็น CF_4

3. $_{4}Be$ กับ $_{1}H$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ Be ก่อนธาตุ H

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ธาตุ Be หมู่ IIA ต้องการอิเล็กตรอน 2 ตัว ส่วนธาตุ H ต้องการอิเล็กตรอน 1 ตัว

ต้องการ 2e ต้องการ 1e

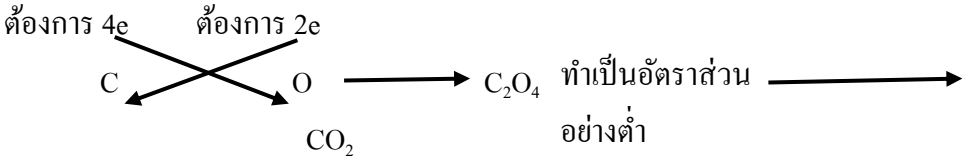
Be H $\longrightarrow$ BeH_2

ได้สูตรโมเลกุล เป็น BeH_2

4. $_{6}C$ กับ $_{8}O$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ C ก่อนธาตุ O

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ธาตุ C หมู่ IVA ต้องการอิเล็กตรอน 4 ตัว ส่วนธาตุ O อยู่หมู่ VIA ต้องการอิเล็กตรอน 2 ตัว

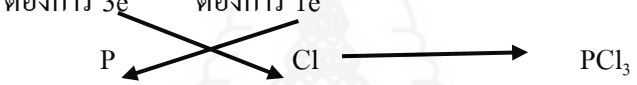


ได้สูตรโมเลกุล เป็น CO_2

5. $_{15}P$ กับ $_{17}Cl$

ขั้นที่ 1 ต้องเขียนธาตุ P ก่อนธาตุ Cl

ขั้นที่ 2 หาจำนวนอิเล็กตรอนที่แต่ละอะตอมของธาตุต้องการ แล้วไขว้สลับห้อยธาตุแต่ละตัว ธาตุ P หมู่ VA ต้องการอิเล็กตรอน 3 ตัว ส่วนธาตุ Cl อยู่หมู่ VIIA ต้องการอิเล็กตรอน 1 ตัว



ได้สูตรโมเลกุล เป็น PCl_3

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

1. N_2O

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 2 อ่านว่า Di

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ N อ่านว่า nitrogen

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 1 อ่าน mono

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า Oxide

N_2O อ่านว่า Dinitrogenmonoxide

2. P_4O_{10}

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 4 อ่านว่า Tetra

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ P อ่านว่า phosphorus

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 10 อ่าน deca

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า Oxide

P_4O_{10} อ่านว่า Tetraphosphorusdecaoxide

3. PCl_5

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ P อ่านว่า phosphorus

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 5 อ่าน penta

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ Cl อ่านว่า chloride

PCl_5 อ่านว่า Phosphoruspentachloride

4. OF_2

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ O อ่านว่า Oxygen

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 2 อ่าน di

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ F อ่านว่า fluoride

PCl_5 อ่านว่า Phosphoruspentachloride

5. CS_2

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ C อ่านว่า Carbon

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 2 อ่าน di

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ S อ่านว่า sulfide

CS_2 อ่านว่า Carbondisulfide

6. N_2H_4

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 2 อ่านว่า Di

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ N อ่านว่า nitrogen

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 4 อ่าน tetra

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ H อ่านว่า hydride

N_2H_4 อ่านว่า Dinitrogentetrahydride

7. H_2S

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 2 อ่านว่า Di

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ H อ่านว่า hydrogen

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 1 อ่าน mono

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ S อ่านว่า sulfide

H_2S อ่านว่า Dihydrogenmonosulfide

8. CI_4

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ C อ่านว่า Carbon

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 4 อ่าน tetra

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ I อ่านว่า Iodide

CI_4 อ่านว่า Carbontetraiodride

9. BCl_3

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 1 ไม่ต้องอ่าน

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ B อ่านว่า Boron

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 3 อ่าน tri

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ Cl อ่านว่า chloride

BCl_3 อ่านว่า Borontrichloride

10. Cl_2O_7

ขั้นที่ 1 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหน้า = 2 อ่านว่า Di

ขั้นที่ 2 อ่านชื่อธาตุตัวแรกตามปกติ คือ Cl อ่านว่า chloride

ขั้นที่ 3 อ่านจำนวนอะตอมของธาตุตัวหลัง = 7 อ่าน hepta

ขั้นที่ 4 อ่านธาตุตัวหลังเปลี่ยนเสียงเป็น _ide คือ O อ่านว่า oxide

Cl_2O_7 อ่านว่า Dichlorineheptaoxide

ชุดที่ 3 พลังงานพันธะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

คำนวณหาพลังงานพันธะในโมเลกุลของสารประกอบโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง

สาระสำคัญ

พลังงานพันธะ หมายถึง พลังงานที่น้อยที่สุดที่ต้องใช้เพื่อสลายพันธะระหว่างอะตอมภายในโมเลกุลในสถานะแก๊ส ให้เป็นอะตอมเดี่ยวในสถานะแก๊ส เช่น

$H_2(g) + 436\ kJ \longrightarrow 2H(g)$ เรียก 436 kJ ว่า พลังงานพันธะ

ตารางแสดงพลังงานพันธะเฉลี่ย (หน่วย kJ/mol) ระหว่างอะตอมคู่ต่างๆ

Bond	Bond Energy, kJ/mol	Bond	Bond Energy, kJ/mol	Bond	Bond Energy, kJ/mol
H—H	436	C—C	347	N—N	163
H—C	414	C=C	611	N=N	418
H—N	389	C≡C	837	N≡N	946
H—O	464	C—N	305	N—O	222
H—S	368	C=N	615	N=O	590
H—F	565	C≡N	891	O—O	142
H—Cl	431	C—O	360	O=O	498
H—Br	364	C=O	736[b]	F—F	159
H—I	297	C—Cl	339	Cl—Cl	243
				Br—Br	193
				I—I	151

พลังงานพันธะบอกถึงความแข็งแรงของพันธะ การสลายพันธะที่แข็งแรงจะต้อใช้พลังงานมากกว่าพันธะที่ไม่แข็งแรง ดังนั้น พลังงานพันธะ พันธะสาม > พันธะคู่ > พันธะเดี่ยว

การเกิดปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวข้องกับการสลายพันธะในสารตั้งต้น และการสร้างพันธะในสารผลิตภัณฑ์ การสลายพันธะต้องดูดพังงาน และการสร้างพันธะจะคายพลังงาน ถ้าทราบชนิดและจำนวนพันธะทั้งหมดที่สลาย และเกิดใหม่ จะคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยาได้

พลังงานของปฏิกิริยา (ΔH)

พลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) = ผลรวมพลังงานที่ดูดเข้าไป เพื่อใช้สลายพันธะในสารตั้งต้น + ผลรวมพลังงานที่คายออกมา เพื่อสร้างพันธะใหม่ในผลิตภัณฑ์

$\Delta H = E_1 + E_2$

หมายเหตุ ค่าพลังงานที่ใช้ในการคำนวณต้องคำนวณถึงเครื่องหมายด้วย

ถ้าดูดพลังงาน เครื่องหมายเป็นบวก (+) ถ้าคายพลังงาน เครื่องหมายเป็นลบ (-)

หลักการคำนวณหาค่าพลังงานพันธะ

1. เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบทั้งหมด
2. หาค่าพลังงานรวมทั้งหมดของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์
3. นำมาหาค่าผลต่างของพลังงานทั้ง 2
4. ถ้าผลต่างเป็นบวก แสดงว่าเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน
5. ถ้าผลต่างเป็นลบ แสดงว่าเป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

สร้าง – คาย

สลาย – ดูด

ตัวอย่าง 1 กำหนดพลังงานพันธะ ดังนี้

H – H = 436 kJ/mol I – I = 151 kJ/mol H – I = 298 kJ/mol

จงหาว่าการเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้ เป็นการดูดหรือคายพลังงาน

$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HIg)$

วิธีทำ ขั้นที่ 1 เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\rightarrow$	2HIg)
(H – H)		(I – I)		2(H – I)
+ 436 kJ		+ 151 kJ		2(-298) kJ

E_1 = (+436 kJ) + (+151 kJ) = 587 kJ

E_2 = 2(-298 kJ) = -596 kJ

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

ΔH = 587 kJ + (-596 kJ) = - 9 kJ

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีค่าเป็นลบแสดงว่าเป็นการคายพลังงาน นั่นคือ ปฏิกิริยานี้จะมีการคายพลังงาน 9 กิโลจูล

ตัวอย่างที่ 2 การสลายพันธะในโมเลกุล CCl_4 1 โมล ออกเป็นอะตอมเดี่ยวต้องใช้พลังงานเท่าใด การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นแบบดูดพลังงานหรือคายพลังงาน (กำหนด (C – Cl = 327 kJ/mol)

$CCl_4(g) \rightarrow C(g) + 4Cl(g)$

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

$CCl_4(g) \rightarrow C(g) + 4Cl(g)$

$4(C - Cl)$ C 4Cl

$4(+327)$ kJ 0 4(0)

C กับ Cl ไม่มีการสร้างพันธะเคมีเกิดขึ้นทำให้ค่าพลังงานมีค่าเป็น 0

$E_1 = 4(+327 \text{ kJ}) = 1308 \text{ kJ}$

$E_2 = 0 \text{ kJ}$

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

$\Delta H = 1308 \text{ kJ} + o \text{ kJ} = 1308 \text{ kJ}$

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) เป็น + แสดงว่าเป็นประเภทดูดพลังงาน นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการดูดพลังงาน 1308 กิโลจูล

แบบฝึกหัดที่ 1

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สมีเทน (CH_4) 1 โมล ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ปฏิกิริยานี้คายพลังงายหรือดูดพลังงานเท่าใด (C – H = 413 kJ, O=O = 498 kJ)

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น ..... แสดงว่าเป็นประเภท..... นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการ..... กิโลจูล

2. เมื่อผ่านแก๊สคลอรีนไปทำปฏิกิริยากับแก๊สมีเทน จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังสมการ

$$CH_4(g) + Cl_2(g) \rightarrow CH_3Cl(g) + HCl(g)$$

ปฏิกิริยานี้เป็นแบบดูดหรือคายพลังงานและมีค่าเท่าใด (C – H = 413 kJ, Cl – Cl = 243 kJ, C – Cl = 327 kJ, H – Cl = 431 kJ)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น ..... แสดงว่าเป็นประเภท..... นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการ..... กิโลจูล

3. จงคำนวณพลังงานที่ต้องใช้เพื่อสลายแก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 0.5 อะตอมอย่างสมบูรณ์

$C_4H_{10}(g) \rightarrow 4C(g) + 10H(g)$

(C – H = 413 kJ, C – C = 348 kJ)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น ..... แสดงว่าเป็นประเภท..... นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการ..... กิโลจูล

4. จงคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) ของสมการต่อไปนี้

$C_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)\ 2H_2O(g)$

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น ..... แสดงว่าเป็นประเภท..... นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการ..... กิโลจูล

5. จงคำนวณพลังงานพันธะของสมการต่อไปนี้พร้อมทั้งบอกว่าเป็นการดูดหรือคายพลังงาน

$CH_4 + I_2 \rightarrow CH_3I + HI$

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น ..... แสดงว่าเป็นประเภท..... นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการ..... กิโลจูล

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

1. ปฏิกิริยาการเผาไหม้แก๊สมีเทน (CH_4) 1 โมล ได้ผลิตภัณฑ์เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ปฏิกิริยานี้คายพลังงายหรือดูดพลังงานเท่าใด

(C – H = 413 kJ, O═O = 498 kJ , C═O = 804 kJ, H─O = 463kJ)

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

$CH_4(g)$	+	$2O_2(g)$	$\rightarrow$	$CO_2(g)$	+	$2H_2O(g)$
4(C ─ H)		2(O ═ O)		2(C ═ O)		4(H ─ O)
4(413 kJ)		2(498 kJ)		2(-804 kJ)		4(-463 kJ)
1652 kJ		996 kJ		-1608 kJ		-1852 kJ

E_1 = 1652 kJ + 996 kJ = 2648 kJ

E_2 = (-1608 kJ) + (-1852 kJ) = -3460 kJ

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

ΔH = 2648 kJ + (=3460 kJ)

= -812 kJ

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น - แสดงว่าเป็นประเภทคายพลังงาน นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการคายพลังงาน 812 กิโลจูล

2. เมื่อผ่านแก๊สคลอรีนไปทำปฏิกิริยากับแก๊สมีเทน จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังสมการ

$CH_4(g) + Cl_2(g) \rightarrow CH_3Cl(g) + HCl(g)$

ปฏิกิริยานี้เป็นแบบดูดหรือคายพลังงานและมีค่าเท่าใด (C – H = 413 kJ, Cl – Cl = 243 kJ, C – Cl = 327 kJ, H – Cl = 431 kJ)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

$CH_4(g)$	+	$Cl_2(g)$	$\rightarrow$ $CH_3Cl(g)$	+	$HCl(g)$
4(C — H)		Cl — Cl	3(C —H)	(C — Cl)	H — Cl
4(413kJ)		243 kJ	3(-413 kJ)	(-327 kJ)	-431 kJ
1652 kJ		243 kJ	-1239 kJ	-327 kJ	-431 kJ

$E_1 = 1652 \text{ kJ} + 243 \text{ kJ} = 1895 \text{ kJ}$

$E_2 = (-1239 \text{ kJ}) + (-327 \text{ kJ}) + (-431 \text{ kJ}) = -1997 \text{ kJ}$

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

$\Delta H = 1895 \text{ kJ} + (-1997 \text{ kJ})$

$= -102 \text{ kJ}$

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น - แสดงว่าเป็นประเภทคายพลังงาน นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการคายพลังงาน 102 กิโลจูล

3. จงคำนวณพลังงานที่ต้องใช้เพื่อสลายแก๊สบิวเทน (C_4H_{10}) 0.5 อะตอมอย่างสมบูรณ์

$C_4H_{10}(g) \rightarrow 4C(g) + 10H(g)$

(C – H = 413 kJ, C – C = 348 kJ)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

$C_4H_{10}(g)$		$\rightarrow$ 4C(g)	+	10H(g)
10(C — H)	3(C — C)	4C		10H
10(413 kJ)	3(348 kJ)	4(0 kJ)		10(0 kJ)
4130 kJ	1044 kJ	0 kJ		0 kJ

$E_1 = 4130 \text{ kJ} + 1044 \text{ kJ} = 5174 \text{ kJ}$

$E_2 = 0 \text{ kJ}$

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

$\Delta H = 5174 \text{ kJ} + 0 \text{ kJ}$

$= 5174 \text{ kJ}$

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น + แสดงว่าเป็นประเภทดูดพลังงาน นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการดูดพลังงาน 5174 กิโลจูล

4. จงคำนวณหาพลังงานของปฏิกิริยา (ΔH) ของสมการต่อไปนี้

$C_2H_4(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$

(C – H = 413 kJ, C ═ C 614 kJ, C═O = 804, H─O = 463, O═O = 498)

วิธีทำ ขั้นที่ 1 เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

$C_2H_4(g)$	+	$O_2(g)$	$\rightarrow$	$2CO_2(g)$	+	$2H_2O(g)$
4(C─H)	(C═C)	O═O		4(C═O)		4(H─O)
4(413 kJ)	614 kJ	498 kJ		4(-804 kJ)		4(-463 kJ)
1239 kJ	614 kJ	498 kJ		-3216 kJ		-1852 kJ

$E_1 = 1239 \text{ kJ} + 614 \text{ kJ} + 498 \text{ kJ} = 2351 \text{ kJ}$

$E_2 = (-3216 \text{ kJ}) + (-1852 \text{ kJ}) = -5068 \text{ kJ}$

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

$\Delta H = 2351 \text{ kJ} + (-5068 \text{ kJ})$

$= -2717 \text{ kJ}$

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น - แสดงว่าเป็นประเภทคายพลังงาน นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการคายพลังงาน 2717 กิโลจูล

5. จงคำนวณพลังงานพันธะของสมการต่อไปนี้พร้อมทั้งบอกว่าเป็นการดูดหรือคายพลังงาน

$CH_4 + I_2 \rightarrow CH_3I + HI$

(C─H = 413, I─I = 151, C─I = 218, H─I = 298)

วิธีทำ **ขั้นที่ 1** เขียนสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารแต่ละตัว พร้อมทั้งใส่ค่าพลังงาน โดยพลังงานที่ดูดไปใช้สลายสารตั้งต้นเป็น + พลังงานที่คายเพื่อสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์เป็น –

CH_4	+	I_2	$\rightarrow$	CH_3I	+	HI
4(C—H)		I—I		3(C—H)	C—I	H—I
4(413 kJ)		151 kJ		3(-413 kJ)	(-218 kJ)	(-298 kJ)
1652 kJ		151 kJ		-1652 kJ	-218 kJ	-298 kJ

E_1 = 1652 kJ + 151 kJ = 1803 kJ

E_2 = (-1652 kJ) + (-218 kJ) + (-298 kJ) = -2168 kJ

ขั้นที่ 2 หาพลังงานรวมของปฏิกิริยา โดยนำค่าพลังงานทั้งหมดมาบวกกัน

$\Delta H = E_1 + E_2$

ΔH = 1803 kJ + (-2168 kJ)

= -365 kJ

พลังงานรวมของปฏิกิริยา (ΔH) มีเครื่องหมายเป็น - แสดงว่าเป็นประเภทคายพลังงาน นั่นคือปฏิกิริยานี้มีการคายพลังงาน 365 กิโลจูล

ชุดที่ 4 รูปร่างโมเลกุล

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะได้
2. บอกจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวได้
3. เขียนสูตรทั่วไปของ VSEPR ได้
4. วาดรูปทรงสามมิติของรูปทรงโมเลกุลได้
5. ทำนายรูปร่างของโมเลกุลของสารโคเวเลนต์ได้

สาระสำคัญ

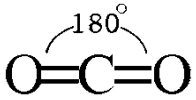
ความยาวพันธะทำให้ทราบระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่สร้างพันธะในโมเลกุล แต่ความยาวพันธะไม่สามารถบอกลักษณะการจัดเรียงอะตอมในโมเลกุลแบบสามมิติหรือรูปร่างโมเลกุล

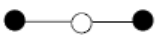
เราอาจทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลองการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวง เวเลนต์ (Velence Shell Electron Pair Repulsion model เขียนแบบย่อเป็น VSEPR) โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุด ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการเกิดพันธะเคมีและมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

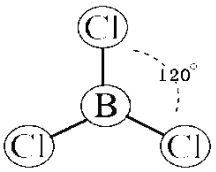
พิจารณาโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิด คือ A และ B โดยกำหนดให้ A เป็นอะตอมกลาง B เป็นอะตอมที่ล้อมรอบ และโมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_x ซึ่งจะมีการจัดตัวของอะตอมและมีรูปร่างโมเลกุล ดังนี้

AB_2 : ตัวอย่าง เช่น CO_2 มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ รอบอะตอมกลาง โดยแต่ละพันธะ C═ O ใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ เพื่อให้แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนมีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ ของแต่ละพันธะจึงอยู่ที่ปลายด้านตรงข้ามกันในแนวเส้นตรง

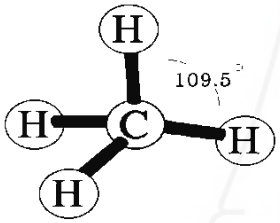


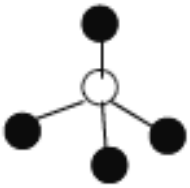


AB_3 : ตัวอย่างเช่น BF_3 มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ รอบอะตอมกลาง โครงสร้างของ BF_3 ที่เสถียร จะมีพันธะ B — F ชี้ไปที่มุมทั้งสามของสามเหลี่ยมด้านเท่า โดยมีอะตอมโบรอนอยู่ตรงกลางของสามเหลี่ยม มีรูปร่างโมเลกุลแบบ สามเหลี่ยมแบนราบ

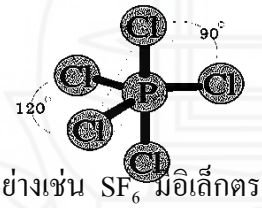


AB_4 : ตัวอย่าง เช่น CH_4 มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ รอบอะตอมของคาร์บอนซึ่งเป็นอะตอมกลาง รูปร่างโมเลกุลแบบนี้ เรียกว่า ทรงสีหน้า

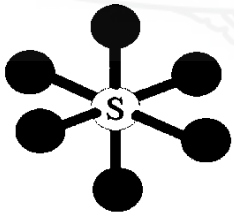




AB_5 : ตัวมอย่างเช่น PCl_5 มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ รอบอะตอมกลาง เพื่อให้แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะทั้ง 5 คู่ มีค่าน้อยสุดจึงจัดอะตอมเป็นรูปพีระมิดฐานสามเหลี่ยม 2 รูประกบกัน โดยมีอะตอมฟอสฟอรัสอยู่ตรงกลาง รูปร่างโมเลกุลแบบนี้เรียกว่า พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม



AB_6 : ตัวอย่างเช่น SF_6 มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ างการจัดตัวที่เสถียรที่สุดของ SF_6 คือพันธะ S — F ทั้ง 6 พันธะจะชี้ไปที่มุมของรูปทรงทีมีแปดหน้า และมีอะตอมกำมะถันอยู่ตรงกลาง รูปร่างโมเลกุลแบบนี้ เรียกว่า ทรงแปดหน้า



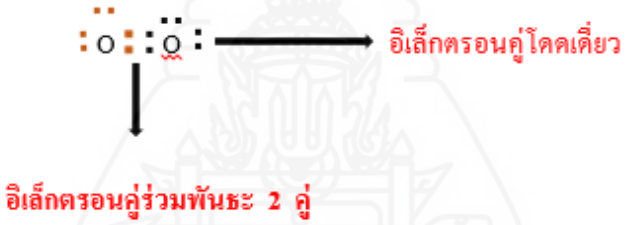
2. โมเลกุลที่อะตอมกางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

ในโมเลกุลที่มีทั้งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จะมีแรงผลักกันระหว่างอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ซึ่งแสดงแนวโน้มได้ดังนี้

อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว > อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ > อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะกับอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ คือ อิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันระหว่างอะตอม 2 อะตอม

อิเล็กตรอนคู่โดเดี่ยว คือ อิเล็กตรอนคู่ที่เหลือไม่ได้เกิดพันธะเคมี



ทฤษฎีที่แบบจำลองการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนต์ (Valence Shell Electron Pair Reulsion Model : VSEPR) ใช้อธิบายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดเดี่ยว โดยพิจารณาจากจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเฉพาะที่อยู่ในระดับพลังงานนอกสุดหรือวงเวเลนต์เท่านั้น

การทำนายรูปร่างโมเลกุลโดย VSEPR

ตัวอย่างที่ 1 ทำนายรูปร่างโมเลกุลของ CCl_4

1. หาอะตอมกลาง คือ C
2. หาจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะของอะตอมกลางกับอะตอมข้างเตียง (C เกิดพันธะกับ Cl (C — Cl) มี 4 คู่)
3. หาอิเล็กตรอนคู่โดดเดียวของอะตอมกลางที่เหลือกี่คู่ (เหลือ 0 คู่)
4. เขียนสูตร AB_xE_y

   A แทน อะตอมกลาง

   B แทน พันธะรอบอะตอมกลาง

โดย x คือ จำนวนกลุ่มอิเล็กตรอนที่สร้างพันธะ

E แทน กลุ่มอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางที่ไม่ได้สร้างพันธะ

โดย y คือ จำนวนกลุ่มอิเล็กตรอนที่ไม่ได้สร้างพันธะ

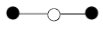
ได้เป็น AB_4 รูปร่างโมเลกุลคือ ทรงสี่หน้า

ตัวอย่างที่ 2 ทำนายรูปร่างโมเลกุลของ H_2O

1. หาอะตอมกลาง คือ O = A
2. หาจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะของอะตอมกลางกับอะตอมข้างเตียง (O เกิดพันธะกับ H (O — H) มี 2 คู่) = B_2
3. หาอิเล็กตรอนคู่โดดเดียวของอะตอมกลางที่เหลือกี่คู่ (เหลือ 2 คู่) = E_2
4. เขียนสูตร AB_xE_y ได้เป็น AB_2E_2 มีรูปร่างโมเลกุลเป็น มุมงอ

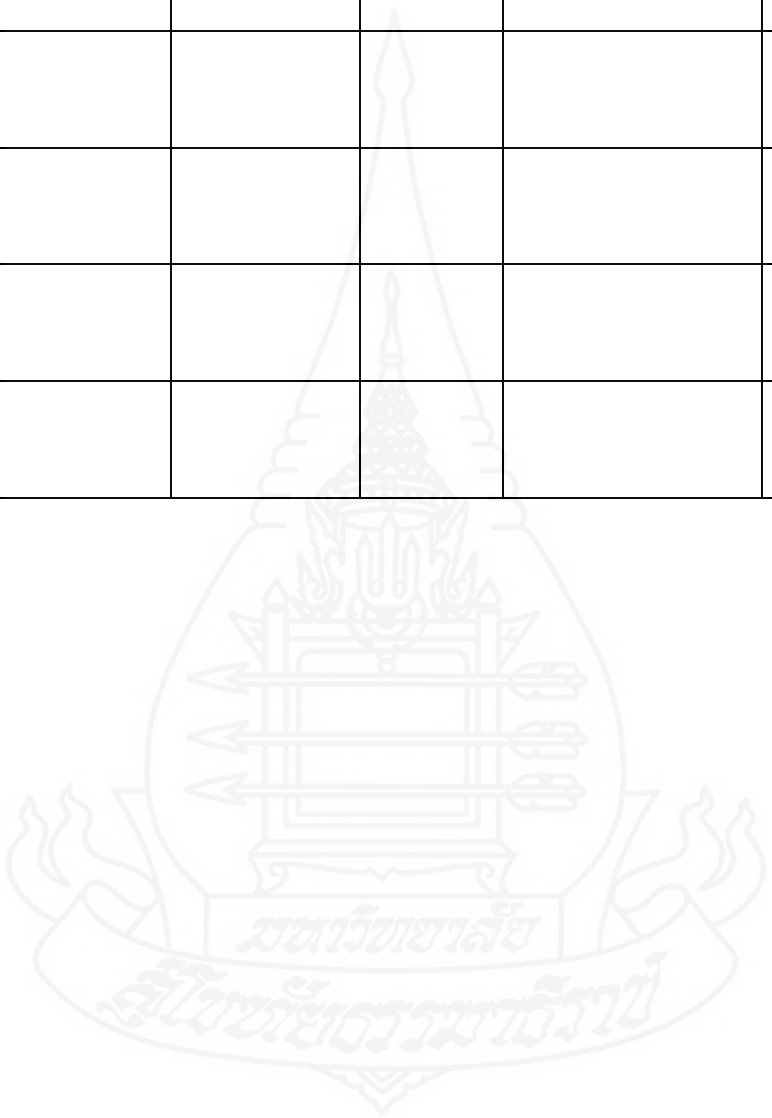
การทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้แบบจำลอง VSEPR โดยพิจารณาจากจำนวนเวเลนต์อิเล็กตรอนของอะตอมกาง ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้จะอยู่ห่างกันให้มากที่สุดเพื่อลดแรงผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอน รูปร่างโมเลกุลอาจแบ่งพิจารณาได้ดังนี้

จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (คู่)	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (คู่)	สูตรทั่วไป	รูปทรงสามมิติโมเลกุล (วาดรูป)	รูปร่างของโมเลกุล	ตัวอย่าง
2	0	AB_2		เส้นตรง	$BeCl_2$, BeH_2
3	0	AB_3		สามเหลี่ยมแบนราบ	BF_3, BCl_3
2	1	AB_2E		มุมงอหรือตัว V	$SnCl_2$, SO_2
4	0	AB_4		ทรงสี่หน้า	CH_4, CCl_4
3	1	AB_3E		พีระมิดฐานสามเหลี่ยม	NH_3, PCl_3
2	2	AB_2E_2		มุมงอหรือตัว V	H_2O, SCl_2
5	0	AB_5		พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม	PCl_5, PF_5, PF_3Cl_2
4	1	AB_4E		ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว	SF_6
3	2	AB_3E_2		รูปตัว T	ClF_3
2	3	AB_2E_3		เส้นตรง	XeF_2
6	0	AB_6		ทรงแปดหน้า	SF_6, TeF_6

โมเลกุล	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	สูตรทั่วไป	รูปทรงสามมิติโมเลกุล (วาดรูป)	ชื่อรูปร่างโมเลกุล
CO_2	2	0	AB_2		เส้นตรง
H_2O	2	2	AB_2E_2		มุมงอ
BF_3	3	0	AB_3		สามเหลี่ยมแบนราบ
CCl_4	4	0	AB_4		ทรงสี่หน้า
$BrCl_3$	3	2	AB_3E_2		รูปตัว T
$COCl_2$	3	1	AB_3E		ปิรามิดฐานสามเหลี่ยม
PCl_5	5	0	AB_5		พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม
SO_2	2	1	AB_2E		มุมงอ
SF_6	6	0	AB_6		ทรงแปดหน้า
HCN	4	0	AB_4		ทรงสี่หน้า

โมเลกุล	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	สูตรทั่วไป	รูปทรงสามมิติโมเลกุล (วาดรูป)	ชื่อรูปร่างโมเลกุล
BeF_2	2	0	AB_2		เส้นตรง
BF_3	3	0	AB_3		สามเหลี่ยมแบนราบ
SO_2	2	2	AB_2E_2		มุมงอ
CH_4	4	0	AB_4		ทรงสี่หน้า
NH_3	3	2	AB_3E_2		ตัวที
H_2O	2	2	AB_2E_2		มุมงอ
PF_5	5	0	AB_5		พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม
SF_6	6	0	AB_6		ทรงแปดหน้า

โมเลกุล	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	สูตรทั่วไป	รูปทรงสามมิติโมเลกุล (วาดรูป)	ชื่อรูปร่างโมเลกุล
ClF_3					
XeF_2					
SF_2					
NF_5					
SCl_2					



โมเลกุล	อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	สูตรทั่วไป	รูปทรงสามมิติโมเลกุล (วาดรูป)	ชื่อรูปร่างโมเลกุล
BeF_2					
BF_3					
SO_2					
CH_4					
NH_3					
H_2O					
PF_5					
SF_6					

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ชื่อ-นามสกุล.....ม. 4/.....เลขที่.....

สอบเก็บคะแนนพันธะโคเวลนต์

1. จงเขียนสูตรโครงสร้างแบบจุด โครงสร้างแบบเส้น และชนิดของพันธะของโมเลกุลโคเวเลนต์ต่อไปนี้

โมเลกุลโคเวเลนต์	สูตรโครงสร้างา แบบเส้น	สูตรโครงสร้าง แบบจุด	ชนิดของพันธะ
NF_3			
SO_2			
CF_4			
SiO_2			
$BC1_3$			

2. จงเขียนสูตรและชื่อสารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาของธาตุต่อไปนี้

โมเลกุลโคเวเลนต์	สูตรสารประกอบ	ชื่อสารประกอบ
Be กับ C1		
N กับ F		
C กับ O		
H กับ S		
Si กับ C1		

3. จงคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา $CH_4 + CO_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ กำหนดพลังงานพันธะดังนี้

C – C = 348	C = C = 839	C – H = 413
O – O = 498	C = O = 745	H – O = 463 (kJ/mol)

ขั้นที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงบอกจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ อิเล็กตอนคู่โดดเดี่ยว สูตรทั่วไป รูปทรงโมเลกุลสามมิติ และรูปร่างโมเลกุลของสารประกอบต่อไปนี้

สาร	e คู่ร่วมพันธะ	e คู่โดดเดี่ยว	สูตรทั่วไป	รูปทรงโมเลกุล	รูปร่างโมเลกุล
$BeCl_2$					
NH_3					
PCl_5					
H_2O					
SF_6					

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวกนกพร ไหมชุม
วัน เดือน ปีเกิด	26 ธันวาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 2549
สถานที่ทำงาน	อิสลามวิทยาลัยแห่งประเทศไทย เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	ครู