



ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์

ของ

นวรรตน์ โสตศิริ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กรกฎาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์



**EFFECTS OF USING SUPPLEMENTARY EXERCISES
ON CHEMICAL BONDING VIA INQUIRY LEARNING ACTIVITIES
FOR MATTHAYOM SUKSA IV STUDENTS**

Navarat Sodesiri

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Curriculum and Instruction**

July 2015


Copyright of Buriram Rajabhat University




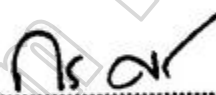
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาววรัตน์ โสคติรี
เรียบร้อยแล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

คณะกรรมการสอบ



.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ สิงหะพล)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทียบ ละอองทอง)
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันทนีย์ นามสวัสดิ์)
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม


.....กรรมการ
(ดร. กระพัน ศรีงาน)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นอมส ตมคฺณา)

วันที่.....เดือน..... 22 ก.ค. 2558 พ.ศ.

ชื่อเรื่อง	ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4		
ผู้วิจัย	นวรรตน์ โสคศิริ		
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทียบ ละอองทอง	ที่ปรึกษาหลัก	
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันทนี นามสวัสดิ์	ที่ปรึกษาร่วม	
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
สถานศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์	ปีที่พิมพ์	2558

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพของ แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อน และหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 3) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 4) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 จำนวน 45 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ชุด 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 10 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.76 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.43 – 0.93 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.84 และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน E_1/E_2 และ E.I. และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ Dependent Samples t-test

ผลการวิจัยพบว่า

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.21 / 75.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. คำนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.6428 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6428 หรือคิดเป็นร้อยละ 64.28
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

TITLE	Effects of Using Supplementary Exercises on Chemical Bonding Via Inquiry Learning Activities for Matthayomsuksa IV Students		
AUTHOR	Navarat Sodesiri		
THESIS ADVISOR	Assistant Professor Dr.Suthiap La-ongthong	Thesis Advisor	
	Assistant Professor Dr.Wantanee Namsawat	Co-Advisor	
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
SCHOOL	Buriram Rajabhat University	YEAR	2015

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to study the efficiency of using supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students in order to meet the criteria set at 75/75; 2) to compare the students' learning achievement between before and after learning through the supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students; 3) to study the effectiveness index of learning through supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students; and 4) to study the students' satisfaction towards learning through the supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students. The sample were 45 matthayomsuksa 4/9 students studying in the second semester of academic year 2014 at Sisaketwittayalai School under Secondary Education Service Area Office 28, selected by using simple random sampling technique. The instruments comprised of 1) 9 supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students; 2) 10 learning activity lesson plans; 3) a 30 – item of achievement test with the difficulty between 0.44 – 0.76, the discrimination between 0.44 – 0.76, and the reliability of 0.84; and 4) a 10 – item of satisfaction questionnaire towards learning through the supplementary exercises on chemical bonding via Inquiry learning activities. The statistics used to analyze the collected data were percentage, mean, standard deviation, E_1/E_2 and E.I. The hypothesis was tested by using dependent samples t-test.

The findings were as follows:

1. The supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students had an efficiency of 76.21/75.63 which was higher than the criteria set at 75/75.
2. The learning achievement of students after learning through the supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students was higher than before learning with statistically significant difference at the level .05.
3. The effectiveness index of learning through the supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students equaled 0.6428 which meant that the learning achievement increased 64.28%.
4. The satisfaction of students towards learning through the supplementary exercises on chemical bonding via inquiry learning activities for matthayomsuksa IV students as a whole was at the highest level.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาแนะแนวทาง ในการทำวิจัยเป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ สิงหะพล ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทียบ ละอองทอง ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันทนี นามสวัสดิ์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ ดร.กระพัน ศรีงาน กรรมการสอบ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง ขอขอบคุณบัณฑิต วิทยาลัยที่ได้เอื้ออำนวยและประสานงานในการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัย ราชภัฏบุรีรัมย์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน คือ นางฉวี วรณวงศ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย นายรุ่งอรุณ ศรีสุธรรม ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย และนางสาวปิ่นหล้า ศิลาบุตร ครูชำนาญการ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจและแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น อย่างดี

ขอขอบคุณ ดร.ปริญญา ผาคำ ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28 ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดขึ้นจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยน้อมรำลึกบูชาและขอบบ เป็นเครื่องตอบแทนพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและอบรมเลี้ยงดู ตลอดจนบูรพาจารย์ คณาจารย์ และผู้มีส่วนร่วมในการอบรมสั่งสอน วางรากฐานการศึกษา เกื้อกูลให้กำลังใจในการศึกษาแก่ผู้วิจัย

นวรรตน์ โสตศิริ

สารบัญ

	หน้า
หน้าอำนวยการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
ประกาศคุณูปการ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพประกอบ	ฎ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	9
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	20
แบบฝึกเสริมทักษะ	31
ประสิทธิภาพ	36
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	39
ดัชนีประสิทธิผล	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความพึงพอใจ	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	51
งานวิจัยในประเทศ	51
งานวิจัยต่างประเทศ	52
3 วิธีดำเนินการวิจัย	55
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	55
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	55
การเก็บรวบรวมข้อมูล	64
การวิเคราะห์ข้อมูล	66
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	66
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	72
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล	73
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	73
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	83
ความมุ่งหมายของการวิจัย	83
สมมติฐานของการวิจัย	83
วิธีดำเนินการวิจัย	84
สรุปผลการวิจัย	85
อภิปรายผล	86
ข้อเสนอแนะ	89
บรรณานุกรม	91

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	97
ภาคผนวก ก	98
แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี	99
แผนการจัดการเรียนรู้	161
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	226
แบบประเมินความพึงพอใจ	235
ภาคผนวก ข	236
แบบประเมินคุณภาพแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี	237
แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้	238
แบบประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	240
แบบประเมินคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ	259
ภาคผนวก ค	260
ผลการประเมินคุณภาพแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี	261
ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้	262
ผลการประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ..	264
ผลการประเมินคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ	267
ภาคผนวก ง	268
ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})	
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี	269
ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี (1 : 100)	270
คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน	273
ภาคผนวก จ	274
หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือในการวิจัย	275
หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ	276
ประวัติย่อของผู้วิจัย	279

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 3.1	14
2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 3.2	16
2.3 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนสร้างความสนใจ	25
2.4 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนสำรวจและค้นหา	26
2.5 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป	27
2.6 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนขยายความรู้	28
2.7 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนประเมินผล	29
2.8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน	46
2.9 การหาดัชนีประสิทธิผล	47
3.1 กำหนดเนื้อหาและเวลาสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้	56
3.2 แผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design	64
3.3 กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	64
4.1 วิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 (E ₁)	74
4.2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E ₂)	76
4.3 ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E ₁ /E ₂)	77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.4	วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	77
4.5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	80
4.6	ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ..	80
4.7	ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	81
ค.1	ค่าความเหมาะสมของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	261
ค.2	ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	262
ค.3	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี	264
ค.4	การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี	267
ง.1	ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี	269
ง.2	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี (1 : 100) (E_1)	270
ง.3	วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี (1 : 100) (E_2).....	272
ง.4	ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี	274

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
2.1	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้	24

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ช่วยให้เรา มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญ ในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็น สังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ เรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมี เหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 92)

การส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับเยาวชนไทย จึงเป็นสิ่ง ที่ จำเป็น และเป็นภารกิจหลักของการจัดการศึกษา การนำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (Scientific Inquiry-Based Learning) มาจัดกระบวนการเรียนรู้ เป็นส่วนช่วยเพื่อพัฒนา ความคิดระดับสูง คือ ความคิดวิจารณ์ญาณความคิดสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหา ที่เน้นให้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับ ประสบการณ์หรือความรู้เดิมเป็นองค์ความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง ซึ่งมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ 1) สร้างความสนใจ (Engagement) 2) สำรวจและค้นหา (Exploration) 3) อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ประเมินผล (Evaluation) หรือเรียกชื่อรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. 2546 : 219-220)

วิชาเคมี เป็นอีกสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ มีสาระเกี่ยวกับสารและสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลง

สถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา ซึ่งเนื้อหาบางส่วนเป็นเรื่องที่ซับซ้อน เข้าใจได้ยาก ต้องมีสื่อประกอบ เช่น แบบจำลอง หรือกำหนดสัญลักษณ์ในรูปสูตรต่าง ๆ หรือสร้างกิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์ เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานทางเคมี ที่มีความสอดคล้องต่อเนื่องกัน เช่น เรื่องพันธะเคมี โดยส่วนใหญ่เป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โมเลกุล หรือใน โครงผลึกของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะ กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น จะต้องอาศัยความรู้พื้นฐานและจินตนาการของนักเรียน หากสามารถคิดหาหลักการที่ใช้ได้กับสารทุกชนิด และนำเนื้อหาที่เป็นนามธรรมเปลี่ยนเป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียน ได้ศึกษา ร่วมกับการใช้วัตรกรรมที่ช่วยถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ เพิ่มพูนประสบการณ์ สร้างสรรค์การเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาศักยภาพด้านการคิด การสื่อสาร และการแสวงหาความรู้ จะมีส่วนช่วยส่งเสริมความเข้าใจ ได้มากขึ้น

จากการสังเกตและสอบถาม พบว่าปัญหาของนักเรียน คือ นักเรียนส่วนใหญ่สับสนเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเรื่อง หมู่ของธาตุ ทำให้ไม่ทราบจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน และสมบัติพื้นฐานของธาตุแต่ละตัว ซึ่งความรู้ดังกล่าว ถือเป็นความรู้พื้นฐานของการเรียนวิชาเคมี และมีนักเรียนจำนวนหนึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะเคมี ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ค่าเฉลี่ยรวมของกลุ่มสาระและค่าเฉลี่ยสาระสารและสมบัติของสาร ปีการศึกษา 2555 เท่ากับ 35.48 และ 34.31 และ ในปีการศึกษา 2556 เท่ากับ 33.46 และ 32.88 จะเห็นว่าในสาระการเรียนรู้เรื่องสารและสมบัติของสาร มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวมของกลุ่มสาระการเรียนรู้ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2556, 2557 : 5)

ได้มีผู้ศึกษาวิจัย การทำแบบฝึกเสริมทักษะมาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังเช่น สกฤต คำพิพจน์ (2554 : 105-106) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แบบฝึกเสริมทักษะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้สูงขึ้น และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย

จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 219) และยังมีผู้ศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังเช่น ศรีบุญตาม โจมศรี (2553 : 153-155) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังโนมคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนยังเกิดมโนคติเรื่องพันธะเคมี ช่วยการจดจำ ประหยัดเวลาในการทบทวน เข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน เป็นระบบระเบียบ และมโนคติที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งคาดว่าจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และงานวิจัยเล่มนี้สามารถใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปพิจารณาปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมีให้ดียิ่งขึ้นไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. นักเรียนได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. เป็นแนวทางสำหรับการทำวิจัยหรือพัฒนารูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้อื่นๆ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หรือวิชาอื่นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวน 786 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้การจับฉลาก

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3. ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนำเนื้อหาจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี จัดทำโดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้การทดลองทั้งหมด 20 คาบ แบ่งเป็นการปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 18 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ คาบละ 50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ฝึกหรือกิจกรรม เรื่อง พันธะเคมี ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้ นักเรียน ได้ปฏิบัติ หรือ ทบทวน เรื่อง นั้น ๆ จนเกิดความชำนาญ ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน ซึ่งเป็นแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

พันธะเคมี หมายถึง เนื้อหารายวิชาที่ว่าด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม โมเลกุล หรือ ไอออน ในธาตุหรือสารประกอบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นคว้า เสาะหา วางแผน แก้ปัญหา ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความ

อยากรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ

- 1) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** หมายถึง ขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรือความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม
- 2) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ทำการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
- 3) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** หมายถึง ขั้นตอนการนำข้อมูล ข้อสนเทศ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง วาดรูป หรือสร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบอาจสนับสนุนหรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้
- 4) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** หมายถึง ขั้นตอนการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู กว้างขวางขึ้น
- 5) **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** หมายถึง ขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับของผลการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

75 ตัวแรก คือ ร้อยละของคะแนนที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้

75 ตัวหลัง คือ ร้อยละของคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ และผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าแสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนในการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ตอบสนองต่อการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 28

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. แบบฝึกเสริมทักษะ
4. ประสิทธิภาพ
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. คณิตศาสตร์ผล
7. ความพึงพอใจ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 92-93, 98) ได้กล่าวถึง หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้

บทนำ

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์
เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ
เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้
ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ
วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์
วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็น
วัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคน
จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ
เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น
การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้
กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน
การเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับ
ระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง
และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ
การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและ
ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต
กับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของ
ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก
ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4. แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และลักษณะของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เมื่อนักเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนจะมีความรู้ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 2.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 3.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> - นักวิทยาศาสตร์ใช้ข้อมูลจากการศึกษาโครงสร้างอะตอม สร้างแบบจำลองอะตอมแบบต่าง ๆ ที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง - อะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐานสำคัญ 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเรียกว่า เลขอะตอม ผลรวมของจำนวนโปรตอนกับนิวตรอนเรียกว่า เลขมวล ตัวเลขทั้งสองนี้จะปรากฏอยู่ในสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของไอโซโทปต่าง ๆ ของธาตุ
	2. วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา	<ul style="list-style-type: none"> - อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุจะจัดเรียงอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ และในแต่ละระดับพลังงานจะมีจำนวนอิเล็กตรอนเป็นค่าเฉพาะ - อิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดจะแสดงสมบัติบางประการของธาตุ เช่น ความเป็นโลหะ อโลหะ และเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาของธาตุนั้น
	3. อธิบายการจัดเรียงธาตุและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ	<ul style="list-style-type: none"> - ตารางธาตุปัจจุบัน จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมและอาศัยสมบัติที่คล้ายกัน ทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้

ตาราง 2.1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4-ม.6	4. วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและในโมเลกุลของสาร	<ul style="list-style-type: none"> - แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง ไอออนหรืออะตอมของธาตุให้อยู่รวมกันเป็น โครงผลึก หรือ โมเลกุล เรียกว่า พันธะเคมี - พันธะเคมีแบ่งออกเป็น พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ
	5. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง จุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	<ul style="list-style-type: none"> - จุดเดือด จุดหลอมเหลวและสถานะของสาร มีความเกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น สารที่อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงยึดเหนี่ยวหรือพันธะเคมีที่แข็งแรง จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง สารในสถานะของแข็ง อนุภาคยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่แข็งแรงกว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊สตามลำดับ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐาน ว 3.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - ม.6	1. ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - ในชีวิตประจำวันจะพบเห็นปฏิกิริยาเคมีจำนวนมาก ทั้งที่เกิดในธรรมชาติและมนุษย์เป็นผู้กระทำ ปฏิกิริยาเคมีเขียนแทนได้ด้วยสมการเคมี - มนุษย์นำสารเคมีมาใช้ประโยชน์ทั้งในบ้าน ในทางการเกษตรและอุตสาหกรรม แต่สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	2. ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ul style="list-style-type: none"> - ปริมาณของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลาเรียกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และปริมาณของสารที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น อาจวัดจากค่าความเข้มข้น ปริมาตร หรือมวลของสาร ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของสาร - ความเข้มข้น พื้นที่ผิว อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นในอัตราที่เหมาะสม สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้

ตาราง 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - ม.6	3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ	<ul style="list-style-type: none"> - การสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ที่ทับถมอยู่ใต้ทะเลอย่างต่อเนื่องภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงนานนับล้านปี จะเกิดเป็นปิโตรเลียม โดยมีได้ทั้งสถานะของแข็งของเหลวหรือแก๊ส ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลายชนิดรวมกันและอาจมีสารประกอบอื่น ๆ ปะปนอยู่ด้วย - การนำแก๊สธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จะต้องผ่านกระบวนการแยกแก๊ส ส่วนของเหลวหรือน้ำมันดิบจะแยกโดยการกลั่นลำดับส่วน
	4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - มีเทน อีเทน โพรเพนและบิวเทน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงและสารตั้งต้น ส่วนผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีจำนวนอะตอมคาร์บอนเพิ่มขึ้น นำไปใช้ประโยชน์แตกต่างกัน - การสัมผัสตัวทำละลายและไฮโดรคาร์บอนบางชนิดในรูปของไอและของที่ใช้แล้ว อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ รวมถึงการกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีก็จะมีผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ตาราง 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - ม.6	5. ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์เป็นสารประกอบที่โมเลกุลมีขนาดใหญ่ เกิดจากมอนอเมอร์จำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ มีทั้งที่เกิดในธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้น - ปฏิกิริยาที่มอนอเมอร์รวมกันเป็นพอลิเมอร์เรียกว่า ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน ซึ่งอาจเป็นแบบควบแน่น หรือแบบเติม - พอลิเมอร์มีหลายชนิด แต่ละชนิดอาจมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน
	6. อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> - พอลิเมอร์นำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันตามสมบัติของพอลิเมอร์ชนิดนั้น ๆ เช่น ใช้พลาสติกทำภาชนะ ใช้เส้นใยสังเคราะห์ทำเครื่องนุ่งห่ม - พอลิเมอร์สังเคราะห์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน บางชนิดสลายตัวยาก การใช้อย่างฟุ่มเฟือยและไม่ระมัดระวังอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้
	7. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต	<ul style="list-style-type: none"> - คาร์โบไฮเดรตจัดเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิต พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลสและไกลโคเจน โคขมิ้น้ำตาลเป็นหน่วยย่อยสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยธาตุ C H และ O การตรวจสอบชนิดของน้ำตาลทำได้โดยใช้สารละลายเบเนดิกต์

ตาราง 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4 - ม.6	8. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน	<ul style="list-style-type: none"> - ไขมันและน้ำมัน เป็นสารประกอบไตรกลีเซอไรด์ เกิดจากการรวมตัวของกรดไขมันกับกลีเซอรอล กรดไขมันมีทั้งชนิดอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สารละลายไอโอดีน - ไขมันและน้ำมันนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งการบริโภคและใช้ใน อุตสาหกรรม การบริโภคไขมันที่ขาดความระมัดระวังจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้
	9. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์ และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีน และกรดนิวคลีอิก	<ul style="list-style-type: none"> - โปรตีนเป็นสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เสริมสร้างและซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หน่วยย่อยของโปรตีนคือกรดอะมิโนซึ่งมีทั้งกรดอะมิโนจำเป็นและไม่จำเป็น มีธาตุองค์ประกอบสำคัญคือ C H O N การทดสอบโปรตีนในอาหารใช้สารละลาย CuSO_4 กับ NaOH - กรดนิวคลีอิกเป็นสาร โมเลกุลใหญ่คล้ายโปรตีน ประกอบด้วย ธาตุ C H O N ที่พบในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต มี 2 ชนิด คือ DNA และ RNA ซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

จากที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และเรื่อง พันธุเคมี ถือว่า พื้นฐานของการเรียนรายวิชาเคมี ส่วนหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำความรู้นี้ไปใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตประจำวันของนักเรียนได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พอสรุปได้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542 : 219) ให้ความหมายว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียน ไม่เพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ เท่านั้นแต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการเสริมสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำนวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเองได้และเก็บความรู้ไว้ในสมองอย่างยาวนาน การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า การสืบเสาะหาความรู้

กองวิจัยทางการศึกษา (2542 : 11) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาเองได้และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ (2544 : 56 - 57) ให้ความหมายว่า การจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการปฏิบัติจริงมากที่สุด วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบสืบสวน การสอนให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนแบบสืบเรื่องราว วิธีสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวเป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญต่อการเรียนการสอน ซึ่งวิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของแนว Constructivism เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545 : 41-42) ได้ให้ความหมายว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียน ได้สืบค้นหรือค้นหาคำตอบในเรื่องหรือประเด็นที่กำหนด เน้นให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ให้ความกระจ่างและเป็นผู้อำนวยความสะดวกซึ่งจะช่วยให้ นักเรียน “ค้นพบ” ข้อมูลและจัดระบบความหมายข้อมูลของตนเอง เน้นที่ “กระบวนการ” มากกว่า “ผลที่ได้จากกระบวนการ”

สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 136) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปลงเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

พลภัทร พองโนนสูง (2550 : 23) ได้สรุปว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียน ได้ค้นพบข้อเท็จจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ซึ่งเน้นกิจกรรมของนักเรียน นักเรียน ได้ฝึกคิด ปฏิบัติ และแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนมีหน้าที่เพียงจัดสภาพให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเท่านั้น

เฉลิมพล ตามเมืองปัก (2551 : 17) ได้สรุปว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน ได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถสร้างองค์ความรู้เป็นของตนเองได้ และเก็บความรู้ไว้ในสมองอย่างยาวนาน โดยผู้สอนจัดสถานการณ์หรือตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

พิศมัย พานโฮม (2551 : 39) ได้สรุปว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบด้วยตนเองของนักเรียน โดยมีครูทำหน้าที่ส่งเสริม ช่วยเหลือใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียน ได้ค้นพบวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัย ได้สรุปว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นคว้า เสาะหา วางแผน แก้ปัญหา ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์ใน

ชีวิตประจำวันได้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นเป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ แบบเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2545 : 41-43) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความสนใจ

1.1. จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต สงสัยในเหตุการณ์หรือเรื่องราว

1.2. กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. สำรวจค้นหา

2.1. นักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานและกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้

2.2. นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง การทำกิจกรรมภาคสนาม การศึกษา หาข้อมูลจากแหล่งเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอ สรุปสิ่ง ที่คาดว่า จะเป็นคำตอบของปัญหานั้น

3. อธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนนำข้อมูล ข้อเสนอที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลและนำเสนอผลในรูปแบบต่าง ๆ

4. ขยายความรู้

นักเรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ประเมิน

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 219-220) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะไว้ เพื่อเป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และผู้สนใจศึกษา เพื่อจัดการเรียนการสอน โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

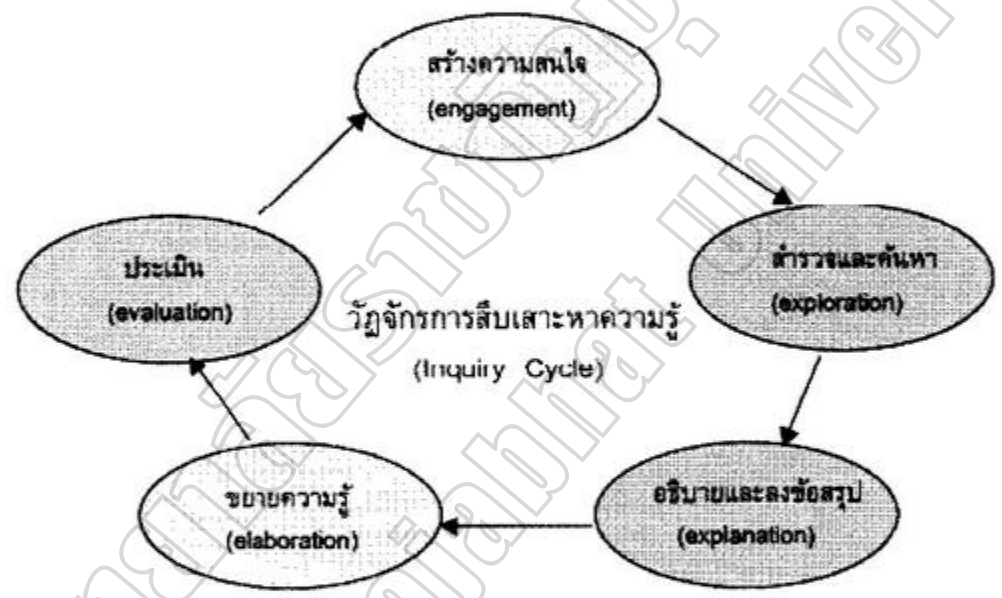
1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจาก ความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ดังสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพประกอบ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, (2546 : 220)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ รู้จักสังเกต ตั้งคำถาม และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน

แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน นั้นเป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อพัฒนา กระบวนการคิด ให้ผู้เรียน ได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถามตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกเชื่อมโยงบูรณาการ ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา ชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้

ผู้เรียนคิด ออกข้อหรือยกเห็นและสืบเสาะหาความรู้ จากการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ รวมทั้งครูร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียน และสร้างบรรยากาศการสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ ซึ่งรูปแบบของการจัดกิจกรรมขอข่ายรายละเอียดของรูปแบบปรากฏนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549 : 4-8) สรุปไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความสนใจ (Engage)

ครูจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ทำท่าย ให้นักเรียนสนใจ สงสัยใคร่รู้ ขัดแย้ง หรือเกิดปัญหา และทำให้นักเรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง หรือแก้ปัญหา ด้วยตัวเอง ตาราง 2.3 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนสร้างความสนใจ

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม	1. สร้างความสนใจ	1. ตั้งคำถาม
2. แปลกใหม่กับนักเรียนไม่เคยพบมาก่อน	ความอยากรู้ อยากเห็น	2. ตอบคำถาม
3. ชั่วๆ ทำท่าย น่าสนใจ ใคร่รู้	2. ตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนคิด	3. แสดงความคิดเห็น
4. เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย	3. ให้นักเรียนคิดก่อนตอบคำถาม หรือไม่เร่งเร็วในการตอบคำถาม	4. กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน
5. นำไปสู่กระบวนการตรวจสอบด้วยตนเองนักเรียนเอง	4. คึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์	5. แสดงความสนใจ
	5. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจและค้นหา (Explore)

ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ ใครู้

ตาราง 2.4 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนสำรวจและค้นหา

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ	1. คิดอย่างอิสระ แต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม
2. นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ	2. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	2. ตั้งสมมติฐาน
3. นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย	3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ	3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย
4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้	4. ให้เวลานักเรียนในการคิดใคร่ครวญปัญหา	4. ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ
5. นักเรียนวางแผนแนวทางการสำรวจตรวจสอบ	5. สังเกตการณ์ทำงานของนักเรียน	5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนถูกต้อง
6. นักเรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสำรวจตรวจสอบ	6. ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน	6. บันทึกการสังเกตหรือผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียดรอบคอบ
7. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจตรวจสอบ	7. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา	7. กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจตรวจสอบ
	8. อำนวยความสะดวก	

ขั้นตอนที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)

ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์หรืออธิบายความรู้ อภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจนครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ ใครู้

ตาราง 2.5 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมานำเสนอในลักษณะ <ul style="list-style-type: none"> 1.1 วิเคราะห์ แปลผล 1.2 สรุปผล 1.3 อภิปราย 	1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ และแนวคิดด้วยคำพูดของนักเรียนเอง	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้
2. นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปภาพ ตาราง แผนผัง	2. ให้นักเรียนอธิบายโดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิม และสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเข้าด้วยกัน	2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล
3. มีการอภิปรายซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน	3. ให้นักเรียนอธิบายโดยมีเหตุผล หลักการหรือหลักฐานประกอบ	3. อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์และมีเหตุผลหลักการ หรือหลักฐานประกอบ
4. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ (ทำซ้ำหรือมีเอกสารอ้างอิง หรือหลักฐานชัดเจน)	4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิด วิเคราะห์
	5. ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล	5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ขั้นตอนที่ 4 ขยายความรู้ (Elaborate)

ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้ขยายเพิ่มเติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์ กระฉ่างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ตาราง 2.6 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนขยายความรู้

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<ol style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ ให้นักเรียนได้อธิบายและร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ กระฉ่าง หรือลึกซึ้งขึ้น ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหรือทดลองเพิ่มขึ้น ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือสถานการณ์ใหม่ 	<ol style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียดชัดเจน สมบูรณ์ และอภิปราย แสดงความคิดเห็น เพิ่มเติม หรือขยาย แนวความคิด และทักษะ จากการสำรวจตรวจสอบ ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบ ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม หรือขยาย กรอบความรู้ความคิด 	<ol style="list-style-type: none"> ใช้ข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบ ไปอธิบายหรือ ทักษะ จากการสำรวจ ตรวจสอบ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับ สถานการณ์เดิม นำข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบ ไปสร้างความรู้ใหม่ นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมเพื่ออธิบาย หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผล (Evaluate)

ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิจารณ์ อภิปราย ชักถามแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ในเชิงเปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่ ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้

ตาราง 2.7 รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามขั้นตอนประเมินผล

ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. มีการตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน ความสมบูรณ์ของกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้โดย 2. วิเคราะห์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน 3. วิจารณ์ หรืออภิปรายเพื่อเปรียบเทียบ ประเมินปรับปรุง หรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ 4. เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้	1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและผลงานด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบ ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้	1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ของตนเอง 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกต หลักฐานและคำอธิบายเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ และอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ 3. ประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ของตนเอง

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นเป็นบทบาทร่วมกันระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียน โดยครูจะเป็นผู้เริ่มหรือนำเข้าสู่ประเด็นที่น่าสนใจหรือเรื่องที่ศึกษา ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ตอบสนอง คิด สงสัย ค้นคว้า สรุป ขยายและประเมินผลการเรียนรู้ ความคิดที่เป็นอิสระของนักเรียนจะช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ได้อีกด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังกล่าวข้างต้นนี้ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2546 : 9) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนรู้ด้วยการสืบค้นหาความรู้ซึ่งจะสามารถพัฒนานักเรียน ดังนี้

1. นักเรียนจะมีส่วนร่วมและเป็นผู้ริเริ่ม
2. นักเรียนจะพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ
3. นักเรียนจะพัฒนาทักษะในการศึกษาค้นคว้าและวิจัย สามารถใช้ทักษะนี้ในการดำรงชีวิตได้
4. นักเรียนจะมีโอกาสทำงานร่วมกับเพื่อนในการแก้ปัญหาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้และประสบการณ์กับเพื่อน

5. นักเรียนจะได้พัฒนาความรับผิดชอบ โดยรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2550 : 8) ได้นำเสนอข้อดีและข้อจำกัดบางประการที่ผู้สอนควรรู้ เพื่อจะได้นำไปปรับให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ซึ่งสรุปไว้ดังต่อไปนี้

ข้อดี

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่
2. มีแรงจูงใจที่กระหายอยากรู้หรืออยากเรียนอยู่ตลอดเวลา
3. ได้ฝึกการคิดและการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

4. ทำให้การเรียนรู้เกิดความคงทนและสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน

6. นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

7. นักเรียนจะเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้นกว่าเดิม

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ
2. ถ้าสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่ชวนสงสัยหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้เบื่อหน่ายและไม่อยากเรียนโดยวิธีนี้

3. ถ้าครูควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาค่อนข้างต่ำหรือมีแรงกระตุ้น ไม่มากพอไม่สามารถเรียนด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

5. การที่นักเรียนยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้เขาขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และไม่มีประสบการณ์กับการที่จะรู้สึกสนุกกับความสำเร็จในการสืบเสาะหาความรู้

6. ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาและเนื้อหาวิชา อาจจะทำให้ไม่อาจจะหาความรู้ด้วยตนเองได้กว้างเท่าที่ควร

7. นักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจตอบคำถามต่าง ๆ ได้ แต่เขาจะไม่ประสบผลสำเร็จจากการเรียนด้วยวิธีนี้

8. โอกาสที่จะทำให้ใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อยู่เสมอ ๆ ทำให้ความสนใจศึกษาค้นคว้าลดลง

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมทักษะการคิด ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการศึกษาเรื่องนั้นอย่างแท้จริง มีการเตรียมสื่อหรือแหล่งเรียนรู้ให้พร้อม และเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา ความสามารถและวัยของนักเรียน

แบบฝึกเสริมทักษะ

ความหมายของแบบฝึกเสริมทักษะ

แบบฝึกเสริมทักษะ ในภาษาไทย มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป เช่น แบบฝึก แบบฝึกทักษะ แบบฝึกหัด และชุดฝึกทักษะ เป็นต้น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า แบบฝึกเสริมทักษะ มีผู้ให้ความหมายสรุปได้ดังนี้

พนมวัน วรคัลย์ (2542 : 37) ได้ให้ความหมายว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง งานกิจกรรม หรือประสบการณ์ที่ครูจัดให้นักเรียนได้ฝึกหัดกระทำ เพื่อทบทวน ฝึกฝนเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้วให้เกิดความจำ จนสามารถปฏิบัติได้ด้วยความชำนาญ และให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศศิธร รัชฎ์ลักษณะนันท์ (2542 : 375) ได้ให้ความหมายว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง แบบที่ใช้ฝึกความเข้าใจ ฝึกทักษะต่าง ๆ และทดสอบความสามารถของนักเรียนตามบทเรียนที่ครูสอนว่า นักเรียนเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้มากน้อยเพียงใด ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มเติมขึ้น แบบฝึกนอกจากจะสนองในด้านความรู้แล้ว ในด้านจิตใจ แบบฝึกก็มีส่วนช่วยให้เด็กเกิดความสำเร็จ ภาคภูมิใจที่ทำได้ เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินในการทำ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (2546 : 517-641) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกหัด และทักษะ ดังนี้ แบบฝึกหัด หมายถึง แบบตัวอย่างปัญหาหรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้

นักเรียนฝึกตอบ และทักษะ หมายถึง ความชำนาญ แบบฝึกเสริมทักษะ จึงหมายถึง แบบฝึกที่ใช้เป็นตัวอย่างปัญหา หรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ เพื่อเพิ่มความเข้าใจ ความชำนาญ ในเรื่องที่ต้องการตามวัตถุประสงค์

นิตยากรณ์ อินอ่อน (2549 : 20) ได้ให้ความหมายว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง สื่อการเรียนการสอนสำหรับให้นักเรียนฝึกปฏิบัติ ด้วยความสนใจ สนุกสนาน เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะเพิ่มขึ้น

สุพัตรา สัตยากุล (2552 : 29) ได้สรุปความหมายว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง แบบฝึกทักษะเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ โดยนักเรียนเป็นผู้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอน อย่างสนุกสนาน ด้วยความสนใจช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจและมีทักษะเพิ่มขึ้นต่อไป

สกุล คำพิพจน์ (2554 : 37) ได้สรุปความหมายว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง เครื่องมือที่จำเป็นต่อการฝึกทักษะของนักเรียนและการฝึกการมองเห็นปัญหานั้นเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ ผู้เรียนจะเกิดปัญหาได้ จากการสังเกตหรือการได้รับข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กับปัญหาที่ต้องการ ครูคือผู้นำเสนอข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การตั้งปัญหาและหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง

จากความหมายของแบบฝึกเสริมทักษะที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบฝึกเสริมทักษะ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ฝึกหรือกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติ หรือทบทวนเรื่องนั้น ๆ จนเกิดความชำนาญ ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน

ประโยชน์ของแบบฝึกเสริมทักษะ

แบบฝึกเสริมทักษะนอกจากจะเป็นสิ่งที่นักเรียนได้ใช้เพื่อการเรียนรู้แล้ว ยังมีผู้ศึกษาหลายท่านศึกษาประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ของแบบฝึกเสริมทักษะ ดังนี้

อุษา ชันแข็ง (2545 : 22) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกเสริมทักษะไว้ว่า เป็นเครื่องมือสำคัญและมีความจำเป็นต่อการเรียนทักษะทางภาษามาก ซึ่งนอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนนั้น ๆ แล้ว ยังช่วยแบ่งเบาภาระของครู นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนและพัฒนาตนเองได้ตามความสามารถอีกด้วย

พรเทพ ฐิ์แผน (2548 : 3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกเสริมทักษะไว้ ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มเติม หรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ
2. ช่วยเสริมทักษะเฉพาะอย่างให้ดียิ่งขึ้น
3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะการที่ให้นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จทางด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกเสริมทักษะช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้
5. การให้ผู้เรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะ ช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่น หรือจุดบกพร่องของนักเรียน

6. แบบฝึกที่จัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว จะช่วยให้ครูประหยัดแรงงานและเวลาในการเตรียมสร้างแบบฝึก ส่วนในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาในการลอกแบบฝึก

นิภา อินทรเกษตร (2550 : 20) ได้สรุปประโยชน์ของแบบฝึกเสริมทักษะว่า มีประโยชน์ในการช่วยเสริมทักษะของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีความรู้กว้างขวาง มีความคงทนในการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ทั้งยังช่วยครูแก้ปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ใช้เป็นอุปกรณ์การสอนที่ลดภาระของครูและเป็นเครื่องมือในการวัดผลหลังจากเรียนจบในแต่ละเรื่องอีกด้วย

สุวิทย์ มูลคำและสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550 : 53 - 54) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบฝึกเสริมทักษะ สรุปได้ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจบทเรียนดีขึ้น
2. ทำให้ครูทราบความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน
3. ฝึกให้เด็กมีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินผลของตนเองได้
4. ฝึกให้เด็กทำงานตามลำพัง โดยมีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย
5. ช่วยลดภาระครู
6. ช่วยให้เด็กฝึกฝนได้เต็มที่
7. ช่วยพัฒนาความแตกต่างระหว่างบุคคล
8. ช่วยเสริมทักษะให้คงทน ซึ่งลักษณะการฝึกเพื่อช่วยให้เกิดผลดังกล่าวนี้ ได้แก่ ฝึกทันทีหลังจากที่เด็กได้ฝึกเรื่องนั้น ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เน้นเฉพาะเรื่องที่ฝึก
9. เป็นเครื่องมือวัดผลการเรียน หลังจากเรียนจบบทเรียนในแต่ละครั้ง
10. เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเอง
11. ช่วยให้เห็นจุดเด่น หรือปัญหาต่าง ๆ ของเด็กได้ชัดเจน
12. ประหยัดค่าใช้จ่าย แรงงานและเวลาของครู

จากประโยชน์แบบฝึกเสริมทักษะที่กล่าวมานี้พอสรุปได้ว่า แบบฝึกเสริมทักษะ เป็นเครื่องมือช่วยในการฝึกหรือเสริมทักษะทางความคิด เป็นอุปกรณ์การสอนอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทดสอบความรู้ วัดผลการเรียนรู้หรือประเมินผลนักเรียนก่อนหรือหลังเรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำเพื่อทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองได้อย่างรวดเร็ว จดจำเนื้อหาได้คงทน มีเจตคติที่ดีต่อทักษะวิชาที่เรียน และทราบผลความก้าวหน้าของตนเอง ครูทราบปัญหาข้อบกพร่องของผู้เรียน เฉพาะจุดได้ ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายและลดภาระได้มาก

ลักษณะของแบบฝึกเสริมทักษะที่ดี

ได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกเสริมทักษะที่ดี ไว้ดังนี้

ภาวณิ ทอนสูงเนิน (2543 : 31) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกเสริมทักษะที่ดีไว้ว่า ต้องมีคำสั่งที่ชัดเจน มีตัวอย่างประกอบที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน มีรูปแบบที่เรียบง่าย สวยงามน่าสนใจ และมีรูปภาพเพื่อสื่อความหมายคำศัพท์ รวมไปถึงการให้นักเรียนระบายสีภาพ โดยเฉพาะนักเรียนที่ทำงานเสร็จก่อนเพื่อน มักจะรบกวนนักเรียนที่ทำงานเสร็จช้า และแบบฝึกทักษะควรมีหลายแบบ

กชกร ธิปัตติ (2547 : 7) ได้กล่าวว่าแบบฝึกเสริมทักษะที่ดี มีลักษณะดังนี้

1. ไม่นับการเรียนรู้ที่เป็นเชิงเส้นตรง และสั่งการเพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย
2. วัตถุประสงค์ควรจะมีมุ่งสู่เป้าหมายสูงสุด ไม่ใช่เป็นแนวทางในการพัฒนา
3. ควรทดลองใช้กับผู้เรียนหรือผู้รับบริการฝึกจริง ๆ ไม่ใช่ยึดผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ตั้ง
4. เน้นการเรียนรู้ในทักษะที่สำคัญ
5. เน้นเป้าหมายใหม่ที่ยังไม่เกิดขึ้นกับผู้เรียน
6. การประเมินผลรวบยอดควรประเมินตามสภาพจริง หรือประเมินด้วยเครื่องมือหลาย ๆ ชนิด ไม่ยึดข้อสอบเพียงอย่างเดียว
7. เน้นข้อมูลที่เป็นปรนัย หรือที่เป็นความจริง ไม่ใช่ข้อมูลที่ใช้ความรู้สึกหรือการรับรู้เป็นตัวตัดสิน

วิไล พลอาสา (2552 : 41) ได้สรุปว่า แบบฝึกเสริมทักษะที่ดี ควรมีหลายลักษณะและหลายรูปแบบ และต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับเนื้อหา โดยอาศัยจิตวิทยาและกระบวนการเรียนรู้ของเด็กเป็นหลัก มีความน่าสนใจ ทำทาบความสามารถ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อนักเรียนการใช้ภาษาให้มากที่สุด

สรุปได้ว่า ลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ดี คือ แบบฝึกทักษะที่เรียงลำดับจาก ง่ายไปหายาก มีรูปภาพหรือลักษณะประกอบ มีรูปแบบที่น่าสนใจ มีคำสั่งที่ชัดเจนเข้าใจง่าย มีตัวอย่างประกอบ กิจกรรมที่ฝึกเร้าความสนใจ และทำทาบให้นักเรียนอยากศึกษา ตรงตามวัตถุประสงค์ และประเมินผลจากการปฏิบัติได้ง่าย

หลักการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ

ผู้รู้หลายท่านได้คิดหาหลักการ หรือวิธีในการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะเพื่อเป็นส่วนในการเรียนการสอน ให้เกิดการเรียนรู้ได้ตรงกับวัตถุประสงค์ และเกิดประโยชน์มากที่สุด ซึ่งมีแนวทางในการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ดังนี้

พรเทพ รุ่งแผน (2548 : 1) ได้สรุปว่า การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ควรคำนึงถึงหลักการสำคัญดังนี้

1. แบบฝึกเสริมทักษะต้องสอดคล้องกับจิตวิทยา พัฒนาการของผู้เรียน และลำดับขั้นของการเรียนรู้
2. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ถ้าสามารถแยกความสามารถและจัดทำแบบฝึกเสริมทักษะเพื่อเสริมผู้เรียนแต่ละคน ได้ก็ยิ่งดี
3. ใช้หลักการเรียนรู้ เช่น นักเรียนต้องเข้าใจจุดมุ่งหมายที่ฝึก
4. แบบฝึกเสริมทักษะควรมีจุดมุ่งหมายแน่นอนว่าจะฝึกทักษะในด้านใด แล้วจัดเนื้อหาให้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่วางไว้
5. ในแบบฝึกเสริมทักษะควรมีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย
6. ควรเป็นแบบฝึกเสริมทักษะสั้น ๆ ใช้เวลาในการฝึก ประมาณ 30 – 45 นาที
7. แบบฝึกเสริมทักษะควรมีหลายแบบ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย เช่น เล่นกับบัตรภาพ เดิมคำลงในช่องว่าง และใช้เกมต่าง ๆ ประกอบ
8. ระดับความยากง่ายของแบบฝึกเสริมทักษะต้องเหมาะสมกับวัยผู้เรียน
9. เนื้อหาในแต่ละแบบฝึกเสริมทักษะต้องให้เหมาะสมกับเวลา และความสนใจของผู้เรียน
10. ต้องมีการฝึกเสริมทักษะเป็นรายบุคคล หรือเฉพาะกลุ่ม เพราะแต่ละคนมีจุดอ่อนต่างกัน
11. ควรให้ฝึกในสภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
12. ควรมีการประเมินผล และควรประเมินผลขณะที่ฝึกหัด เพื่อคว่าผู้เรียนเกิดความชำนาญในทักษะนั้นเพียงใด
13. ครูควรให้นักเรียนทราบผลความก้าวหน้าของการทำแบบฝึกเสริมทักษะซึ่งจะเป็นการจูงใจที่ดี

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550 : 65) ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักในการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น
 - 1.1. ปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการสอน
 - 1.2. ปัญหาการผ่านจุดประสงค์ของนักเรียน
 - 1.3. ผลจากการสังเกตพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์
 - 1.4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ศึกษารายละเอียดในหลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์แต่ละกิจกรรม
3. พิจารณาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อ 1 โดยการสร้างแบบฝึก และเลือกเนื้อหาในส่วนที่จะสร้างแบบฝึกนั้นว่าจะทำเรื่องใดบ้าง กำหนดเป็นโครงเรื่องไว้
4. ศึกษารูปแบบของการสร้างแบบฝึกจากเอกสารตัวอย่าง
5. ออกแบบชุดฝึกแต่ละชุดให้มีรูปแบบที่หลากหลาย น่าสนใจ
6. ลงมือสร้างแบบฝึกในแต่ละชุด พร้อมทั้งข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้
7. ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
8. นำไปทดลองใช้ แล้วบันทึกผลเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง
9. ปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
10. นำไปใช้จริงและเผยแพร่ต่อไป

สรุปได้ว่า หลักการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ เพื่อส่งผลให้นักเรียน ได้พัฒนาศักยภาพของตนได้เต็มที่มีผู้จัดทำจะต้องศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นการเรียนการสอน พฤติกรรมการเรียนรู้ เน้นทักษะที่สำคัญ สอดคล้องกับหลักจิตวิทยา ความยากง่ายของเนื้อหาวิชาเหมาะสมกับผู้เรียน มีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีความสนุกสนานและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยครูลงมือเขียนแบบฝึกทักษะแต่ละชุด แล้วนำแบบฝึกเสริมทักษะนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อรวบรวมข้อมูลนำมา ปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง ก่อนนำไปใช้ หรือเผยแพร่ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป

ประสิทธิภาพ

ความหมายของประสิทธิภาพ

มีผู้กล่าวถึงความหมายของประสิทธิภาพไว้ดังนี้

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยชนิ (2545 : 30) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง การพิจารณาที่เน้นกระบวนการ (E_p) กับผลลัพธ์ของสื่อ (E_r) ที่ใช้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (2546 : 667) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถอันทำให้เกิดผลในงาน

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546 : 42-44) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง เกณฑ์ระดับที่พอใจ ถ้าหากมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้ว ก็มีคุณค่าพอที่จะนำไปใช้ได้ และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลผลิตออกมา โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรม

ต่อเนื่อง(กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย(ผลลัพธ์)
กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2

ระพินทร์ โพธิ์ศรี (2550 : 3) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ร้อยละของ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉลี่ยระหว่างเรียนแต่ละชั่วย่อยแต่ละชุด กำหนดให้เป็น E_1 และ
ร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉลี่ยหลังการเรียนแต่ละชุดหรือทุกชุด กำหนดให้เป็น E_2

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับของผลการจัดการกระบวนการจัดการเรียนรู้
ซึ่งกำหนดค่าเป็น E_1/E_2 โดย E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างการเรียนการสอน
และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การหาประสิทธิภาพ

มีผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการหาประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ ดังนี้

โสภณ นุ่มทอง (2549 : 25 – 28; อ้างถึงใน ภรินทร วารินกัญ, 2553 : 38) กล่าวว่า
เมื่อผลิตสื่อขึ้นมาใช้ประกอบการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป หนังสือ
แบบหน่วยหรือชุดฝึกก็ตามควรจะได้ประเมินประสิทธิภาพของสื่อว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้
ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งได้เสนอลำดับ
ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของสื่อไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทดลองใช้กับนักเรียนคนเดียว พยายามคัดเลือกนักเรียนที่มีความรู้
ความสามารถและมีผลการเรียนวิชานั้นอยู่ในระดับกลาง นำมาทดลองใช้ก่อนเพื่อหาข้อบกพร่อง
เกี่ยวกับถ้อยคำการใช้ภาษา ความชัดเจนของการนำเสนอ เนื้อหา และการสื่อความหมายต่าง ๆ
เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงในเบื้องต้นก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 เมื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลองในขั้นที่ 1 แล้ว ควรจะนำไปทดลอง
อีกครั้งกับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนระดับกลาง จำนวน 3 – 5 คน โดยให้นักเรียนได้
ทดลองจริง ๆ กิจกรรมการเรียนการสอนเหมือนจริงทุกอย่าง เพียงแต่เป็นกลุ่มเล็กกว่าห้องเรียนจริง
เท่านั้น เป็นการทดลองหาข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ของสื่ออีกครั้งหนึ่งเพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไข
ต่อไป

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นการใช้สื่อในห้องเรียนจริง ๆ ตามปกติซึ่งเป็นการประเมินประสิทธิภาพ
ของสื่อว่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจดำเนินการได้ 2 วิธี คือ

1. โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนจากก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้
ค่า (t)
2. ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หรือ 90/90 ซึ่งเป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้
จากการประเมินในกระบวนการเรียนการสอนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบสุดท้ายหลังจากเรียน

จากบทเรียนหรือจบเรื่องแล้ว การตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90 นั้น อยู่ในดุลยพินิจว่านักเรียนของเรานั้นมีความสามารถในการเรียนระดับใด และควรจะต้องตั้งเกณฑ์เท่าไรถ้านักเรียนดีมากจะตั้งเกณฑ์เท่าไร ถ้านักเรียนดีมากจะตั้งเกณฑ์สูง 90/90 ก็ได้ แต่ถ้านักเรียนค่อนข้างดีอาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80

แบบฝึกที่ใช้ในการสอนให้เกิดความแม่นยำ รวดเร็ว และตรงจุดประสงค์ จะมีลักษณะคล้ายแบบทดสอบย่อยจะต่างกันที่ปริมาณของงานหรือข้อปัญหา แบบฝึกหนึ่งอาจจะมีข้อปัญหา 10 หรือ 20 หรือ 30 หรือ 40 ข้อ แล้วแต่กรณี การฝึกจะต้องฝึกเป็นประจำโดยให้ทำในเวลาสั้น ๆ อาจจะมีเริ่มจาก 30 วินาที 1 นาที หรือ 2 – 3 นาที แล้วบันทึกผลที่ทำได้ถูกต้องและผิดพลาด เมื่อผู้เรียนสามารถทำได้ถูกต้องและถึงเกณฑ์ที่กำหนด ก็ให้เรียนในเรื่องอื่นต่อไป

กชกร ธิปัตติ และมานิต ยอดเมือง (2547 : 240) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดฝึก นิยมกำหนดไว้ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความจำ และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับวิชาทักษะ เช่น ภาษาเพราะการเปลี่ยนพฤติกรรมคิดตามระยะเวลาไม่สามารถเปลี่ยนแปลงและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จไปแล้ว การทดสอบหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักสูตรที่กล่าวมาต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1 : 1) นำชุดฝึกไปทดลองใช้กับผู้เรียน 1 – 3 คน โดยทดลองกับเด็กเก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน การทดลองแต่ละครั้งต้องปรับปรุงสื่อการสอนให้ดีขึ้น
2. แบบกลุ่ม (1 : 10) นำชุดฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน ที่มีความสามารถต่างกัน แล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น
3. ภาคสนาม (1 : 100) นำชุดฝึกไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 30 – 100 คน หากการทดลองภาคสนามได้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงชุดฝึกทักษะและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ประภาวรรณ เสงี่ยม (2550 : 97) ได้กล่าวเกี่ยวกับการศึกษาประสิทธิภาพของสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด (E_1/E_2) ไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. เกณฑ์ที่กำหนดด้านความรู้ความจำ E_1/E_2 มีค่า 80/80 ขึ้นไป
2. เกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะปฏิบัติ E_1/E_2 มีค่า 70/70 ขึ้นไป
3. ค่า E_1/E_2 ต้องไม่แตกต่างกันเกินกว่าร้อยละ 5
4. การศึกษาประสิทธิภาพของสื่อหรือนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยการวิเคราะห์คะแนนใช้สูตรการคำนวณ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ ทำได้โดยนำไปทดลองแบบ 1:1 ทดลองแบบกลุ่ม และทดลองภาคสนาม นำผลที่ได้จากการทดลองแต่ละครั้งมา

ปรับปรุงก่อนการทดลองครั้งต่อไป และคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ทำการปรับปรุงแก้ไข จนได้แบบฝึกเสริมทักษะที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 150) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

เฉลิมพล ตามเมืองปัก (2551 : 33) ได้สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของนักเรียนที่บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนวัด โดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

พัฒน์พงษ์ สีกา (2551 : 33) ให้สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องจากการได้รับประสบการณ์โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสามารถประเมินหรือวัดประมาณค่าได้จากการทดสอบ หรือการสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง

แมนชัย สมนึก (2551 : 78) ได้สรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งหลายที่ได้รับจากการเรียนการสอน แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการเรียนการสอนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในบทเรียนหรือหลักสูตร และวัดโดยใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป เช่น แบบทดสอบ แบบวัด หรือแบบฝึกเสริมทักษะ เป็นต้น

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กาเย่ (Gagne, 1970 : 42 ; อ้างถึงใน แมนชัย สมนึก, 2551 : 79) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ในกระบวนการเรียนรู้ใด ๆ มีองค์ประกอบหลัก 2 ประการที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านพันธุกรรม เป็นส่วนที่บุคคลได้รับปัจจัยทางชีววิทยาซึ่งมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่หลายองค์ประกอบด้วยกัน ซึ่งนักจิตวิทยาให้ความสนใจเป็นพิเศษ ได้แก่ สติปัญญาและความถนัด สติปัญญา เป็นความสามารถทางสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการปรับตัวกับสถานการณ์ใหม่ และเป็นที่ยอมรับกันว่า สติปัญญาของคนได้รับการถ่ายทอดมา

ทางพันธุกรรม แต่ยังมีองค์ประกอบบางอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น ประสบการณ์การเรียนรู้และความสนใจ

2. องค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อม เป็นส่วนที่บุคคลได้รับมาจากการเรียนรู้ สังคม ที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจและสังคมของผู้เรียน ด้านบุคลิกภาพของครู ด้านอิทธิพลคุณภาพการศึกษา

บลูม (Bloom, 1976 : 139 ; อ้างถึงใน ทศนีย์ ประสงค์สุข, 2546 : 15) กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีอยู่ 3 ตัวแปร คือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะต่างๆ ของผู้เรียนที่มีมาก่อน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective Entry Characterizations) หมายถึง แรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ในสิ่งใหม่ๆ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียน เจตคติเนื้อหาและสถาบันให้การยอมรับความสามารถของตัวเอง เป็นต้น

3. คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่นักเรียนได้รับ ได้แก่ คำแนะนำการปฏิบัติและแรงเสริมของผู้สอนที่มีต่อผู้เรียนเป็นต้น จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์หรือการเรียนรู้ของนักเรียนมี 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิด (Cognitive) ด้านจิตใจ (Affective) และด้านการสอน (Instruction) หากผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ หรือมีความสนใจใฝ่รู้ที่จะศึกษานั้น ได้รับประสบการณ์ มีสื่อหรือแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ในครั้งนั้นๆ ได้

การวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ส่วนใหญ่ได้มาจากการวัดและประเมินผลจากเครื่องมือการวัดและประเมินผล ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดผล การประเมินผล ดังนี้

พิชิต ฤทธิจรูญ (2545 : 31) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เป็นสมรรถภาพด้านสมองหรือปัญญาของบุคคล ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้ คือ

1. ความรู้ ความจำ

1.1. ความรู้เรื่องเฉพาะ

1.1.1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม

1.1.2. ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง

1.2. ความรู้ในวิธีการ

1.2.1. ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน

- 1.2.2. ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม
- 1.2.3. ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท
- 1.2.4. ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์
- 1.2.5. ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ
- 1.3. ความรู้รวบยอดในบางเรื่อง
 - 1.3.1. ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา
 - 1.3.2. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง
2. ความเข้าใจ
 - 2.1. การแปลความ
 - 2.2. การตีความ
 - 2.3. การขยายความ
3. การนำไปใช้
4. การวิเคราะห์
 - 4.1. การวิเคราะห์ความสำคัญ
 - 4.2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
 - 4.3. การวิเคราะห์หลักการ
5. การสังเคราะห์
 - 5.1. การสังเคราะห์ข้อความ
 - 5.2. การสังเคราะห์แผนงาน
 - 5.3. การสังเคราะห์ความสัมพันธ์
6. การประเมินค่า
 - 6.1. ประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก
 - 6.2. ประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายใน

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (2545 : 15) ได้กล่าวถึงรูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ ดังนี้

1. การประเมินผลก่อนเรียน (Pre evaluation) เป็นการประเมินผลก่อนจะเริ่มตั้งแต่สะพานการจัดการเรียนรู้ ในทางปฏิบัติสามารถแยกได้เป็น 2 ประเด็น คือ 1) เพื่อดูว่าผู้เรียนได้รู้สิ่งต่าง ๆ ก่อนที่ผู้สอนจะเริ่มบทเรียนหรือไม่ 2) เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะในผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องมีมาก่อนการเรียนเรื่องใหม่

2. การประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Evaluation) เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุง การเรียนรู้และการจัดการเรียนรู้ การวัดผลความรู้ ความสามารถของผู้เรียนตามผลการเรียนรู้ที่ กำหนดไว้ระหว่างการเรียนของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3. การประเมินผลรวม (Summative Evaluation) เป็นการประเมินผลเมื่อสิ้นสุด การจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาว่า 1) ผู้เรียนมีความรู้ ทั้งสิ้นเท่าใด 2) ตัดสินผลการเรียนรู้ 3) พยากรณ์ความสำเร็จในรายวิชา และ 4) เปรียบเทียบผลลัพธ์ บางประการของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2548 : 5) ได้กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการบ่งชี้ผลผลิตหรือ คุณลักษณะที่วัดได้จากเครื่องมือวัดผลประเภทใดประเภทหนึ่งอย่างมีระบบ เป็นการกำหนดตัวเลข ให้กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการประเมิน หมายถึง การรวบรวมข้อมูล และการจัด ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อช่วยให้มีการตัดสินใจได้หลายทาง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดการวัด ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ในกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งทำได้ทั้งก่อน ระหว่าง หรือหลังการเรียนรู้ ส่วนใหญ่การวัดผลจะได้ ในรูปคะแนน จากนั้นนำคะแนนไปเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เป็นการประเมินผล

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้สอบ ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประเภทต่าง ๆ ไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 53-63) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจาก การเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของแบบทดสอบประเภท นี้ โดยสามารถสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ ได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1.1 วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา
- 1.2 กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ
- 1.3 กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

- 1.4 เขียนข้อสอบ
- 1.5 ตรวจสอบข้อสอบ
- 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 กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ
- 2.4 เขียนข้อสอบ
- 2.5 ตรวจสอบข้อสอบ
- 2.6 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
- 2.7 ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง
- 2.8 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 96) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท มีดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- 1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถาม หรือปัญหาให้แล้ว ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่
 - 1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้สอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้
- แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างคิจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและแปลความหมายของคะแนน

สมบูรณ์ ดันยะ (2545 : 143) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีดังนี้

1. แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือแบบความเรียง (Essay or Subjective test)
2. แบบทดสอบถูกผิด (True-false test)
3. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion test)
4. แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching test)
5. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice test)

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2548 : 20-22) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ความมีดีต่างๆ ดังนี้
มิติที่หนึ่ง จำแนกตามขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่วัด เช่น วัดเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ วิชา

ประวัติศาสตร์ หรือการสะกดคำ

มิติที่สอง จำแนกตามลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบ โดยแบ่งแบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ได้ 3 ลักษณะ คือ 1. แบบสอบเพื่อสำรวจผลสัมฤทธิ์ 2. แบบสอบเพื่อวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์
3. แบบสอบเพื่อวัดความพร้อม

มิติที่สาม จำแนกตามมิติที่ใช้ ส่วนใหญ่เป็นแบบสอบประเภทข้อเขียน ได้แก่ แบบสอบ
ประเภทภาคปฏิบัติ (Performance test)

นอกจากนี้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบสอบ
ผลสัมฤทธิ์มาตรฐาน และแบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อใช้ในชั้นเรียน

ดังนั้น การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะเป็นรูปแบบใดขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายที่
ต้องการวัด ซึ่งแบบสอบจะมีทั้งแบบทดสอบมาตรฐาน และแบบทดสอบที่สร้าง ส่วนประเภทของ
แบบทดสอบขึ้น ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีหลายลักษณะ ได้แก่ แบบทดสอบแบบอัตนัย
แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบเติมคำ เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยเกณฑ์ให้คะแนน คือ
ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องของผู้วิจัย ได้สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเขียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของนักเรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนในบทเรียน
หรือหลักสูตร ซึ่งมีแบบทดสอบมี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นหรือแบบอิงกลุ่ม และ
แบบทดสอบมาตรฐานหรือแบบอิงเกณฑ์ และในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น
ประเภทอิงเกณฑ์ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) จำนวน 30 ข้อ

ดัชนีประสิทธิผล

ความหมายของดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) เป็นค่าแสดงความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน ได้มีผู้ศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545 : 32) ได้ให้ความหมายว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน โดยการเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากการสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียนทุกคน กับผลต่างของคะแนนเต็มของนักเรียนกับผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 157-159) ได้ให้ความหมายว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง วิธีการตรวจคุณภาพของสื่อ เพื่อให้ทราบว่าสื่อการเรียนการสอนหรือวิธีการสอนหรือนวัตกรรมที่ผู้วิจัย ได้พัฒนาขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนมากน้อยเพียงใด

พิชชา แทนพลกรัง (2557 : 74) ได้สรุปว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าของผู้เรียนที่แสดงถึงความรู้ที่เพิ่มขึ้น หลังจากการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

สรุปได้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน วิเคราะห์จากคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน หรือ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้กับนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้

การหาดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล เป็นตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งการหาดัชนีประสิทธิผล ได้มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545 : 30-33) ได้ให้แนวคิดว่า หลังจากวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการของแผนการจัดการเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นยังมีคุณภาพในแง่มุมอื่นอีกหรือไม่ โดยสามารถพิจารณาได้จากพัฒนาการของผู้เรียน จากก่อนและหลังการเรียนเรื่องใด ๆ นักเรียนได้พัฒนา หรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ เพิ่มขึ้นเท่าไร ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากการคำนวณค่า Dependent Samples t-test หรือ หาค่าดัชนีประสิทธิผล มีรายละเอียดดังนี้

การพิจารณานักเรียนได้พัฒนาหรือมีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ หรือเพิ่มขึ้นเท่าไร อาจพิจารณาได้จากการคำนวณค่า Dependent Samples t-test หรือ หาค่าดัชนีประสิทธิผล มีรายละเอียด ดังนี้

1. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยอาศัยการหาค่า Dependent Samples t-test เป็นการพิจารณาว่านักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยทำการทดสอบนักเรียนทุกคนก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) แล้วนำมาหาค่า Dependent Samples t-test หากมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ถือได้ว่านักเรียนกลุ่มที่ผู้วิจัยกำลังศึกษามีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้ ดังตัวอย่างในตาราง 2.8

ตาราง 2.8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

การทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	40	30.36	2.46	185	2,131	5.11**
หลังเรียน	40	52.42	6.36			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2.8 แสดงว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงเชื่อถือได้ว่า สื่อที่ใช้ประกอบการเรียนส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้น ถ้าผลการทดสอบค่า t-test ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นอย่างเชื่อถือไม่ได้ (เพิ่มขึ้นไม่มากพอที่จะเชื่อถือได้)

2. การหาพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน โดยอาศัยการหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

หรือ

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{total} - P_1}$$

เมื่อ	E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

ตาราง 2.9 การหาค่าดัชนีประสิทธิผล

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	
20	30	100	412	0.6240

เกณฑ์ที่ยอมรับได้ว่า สื่อหรือนวัตกรรมมีประสิทธิผล ช่วยให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้ได้จริง คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และเพื่อให้สื่อความหมายง่ายขึ้น จึงแปลงคะแนนให้อยู่ในรูปร้อยละ โดยตัวอย่างการแปลผลค่าดัชนีประสิทธิผล ควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับ 0.6240 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40” โดยค่า E.I. ที่เกิดจากนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ เพราะไม่ได้เริ่มจากฐานความรู้ที่เท่ากัน ค่า E.I. ของแต่ละกลุ่มควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

สรุปได้ว่า การหาค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นวิธีหาประสิทธิผลของนวัตกรรม โดยคำนวณจากคะแนนทดสอบก่อนเรียน ลบออกจากคะแนนทดสอบหลังเรียน และนำไปหารด้วย คะแนนเต็มของนักเรียนทั้งหมดลบด้วยคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทุกคน บ่งบอกความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน

ความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจหรือความพอใจ ตรงกับคำศัพท์ในภาษาอังกฤษว่า Satisfaction ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 (2546 : 793) ได้ให้ความหมายว่า พึงพอใจ หมายความว่า รัก ชอบใจ

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541 : 9) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความรู้สึกทางบวก ความรู้สึกทางลบ และความสุขที่มีความสัมพันธ์กันอย่างสลับซับซ้อน โดยความพึงพอใจจะเกิดขึ้น เมื่อความรู้สึกทางบวกมากกว่าทางลบ

กาญจน์ เรืองมนศรี (2543 : 1) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก เช่น ความรู้สึกรัก ความรู้สึกชอบ ภูมิใจ สุขใจ ยินดี ประทับใจ เห็นด้วย อันจะมีผลให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน มีการเสียสละ อุทิศแรงกาย แรงใจและสติปัญญาให้แก่งานอย่างแท้จริง

อารี พันธมณี (2546 : 12) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้รับในสิ่งที่ตนเองต้องการ หรือเป็นไปตามที่ตนเองต้องการ ความรู้สึกพึงพอใจจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้รับในสิ่งที่ตนเองต้องการ หรือเป็นไปตามที่ตนเองต้องการ และความรู้สึกดังกล่าวนี้จะลดลงหรือไม่เกิดขึ้น ถ้าหากความต้องการหรือเป้าหมายนั้นไม่รับการตอบสนอง ซึ่งระดับความพึงพอใจจะแตกต่างกัน

ประสาท อิศรปริดา (2547 : 300) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พลังที่เกิดจากพลังทางจิตที่มีผลไปสู่เป้าหมายที่ต้องการของมนุษย์ และเป็นพฤติกรรมไปสู่จุดหมายที่ตั้งไว้

ผู้วิจัยจะสรุปความหมายของความพึงพอใจ ได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า เป็นความรู้สึกที่ดี ความชอบ ที่มีต่อสิ่งที่คุณเองได้กระทำลงไป แล้วได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งทางด้านวัตถุ และจิตใจ

ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

การศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจ เป็นการศึกษาความต้องการหรือความรู้สึกของมนุษย์ที่จะแสดงออกเมื่อถูกกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ ได้มีนักการศึกษาให้แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจ ดังนี้

มาสโลว์ (Maslow. 1970 : 69-70) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นตอนของความต้องการ โดยอธิบายว่า มนุษย์มีความต้องการจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่สูงขึ้น ดังนี้

1. ความต้องการทางสรีระ ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำ อากาศ การพักผ่อน เพศ การหลีกเลี่ยงจากความเจ็บปวด
2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย ได้แก่ ความต้องการความอบอุ่น ความมั่นคง ความคุ้มครองจากอันตราย
3. ความต้องการความรักและการยอมรับนับถือจากผู้อื่น ได้แก่ ความต้องการเพื่อน ความต้องการคู่รักหรือครอบครัว
4. ความต้องการการยกย่องสรรเสริญ ได้แก่ ความต้องการการเคารพจากผู้อื่น หรือได้รับการยกย่องสรรเสริญ ความต้องการเชื่อมั่นในความสามารถของตน ผู้ที่ล้มเหลวที่จะได้รับการสนองความต้องการระดับนี้ อาจทำให้เกิดความรู้สึกว่ามีปมด้อย
5. ความต้องการรู้และเข้าใจ เป็นความต้องการให้สัมฤทธิ์ผลทางปัญญา ปรารถนาที่จะรับรู้และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ด้วยความสนใจอย่างแท้จริง ซึ่งอาจไม่เกิดขึ้นกับมนุษย์ทุกคน
6. ความต้องการสุนทรียะ ได้แก่ ความต้องการความเป็นระเบียบ เป็นสังขารม และ ความงาม

7. ความต้องการสร้างประจักษ์แห่งตน และการพัฒนาตามศักยภาพแห่งตน เป็นความต้องการที่จะเข้าใจตนเองและรู้จักตนเองอย่างดั่งแท้ ต้องการคิดหรือกระทำให้สอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงของตนเองอย่างสร้างสรรค์ และมีความต้องการพัฒนาสูงสุดตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ความต้องการในสิ่งที่ขาด ประกอบด้วย ความต้องการขั้นที่ 1-4 เมื่อความต้องการนั้นได้รับการตอบสนองแล้วแรงจูงใจในความต้องการขั้นเดิมจะลดลง และจะเกิดความต้องการสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ

2. ความต้องการความสมบูรณ์ ประกอบด้วย ความต้องการขั้นที่ 5-7 เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองแล้ว จะทำให้เกิดแรงจูงใจสูงขึ้นเรื่อย ๆ และความต้องการของมนุษย์มีความแตกต่างกัน

ความต้องการของมนุษย์อาจไม่เกิดขึ้นทีละขั้น อาจเกิดความต้องการหลาย ๆ อย่างพร้อมกัน ดังนั้น การประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจำเป็นต้องพิจารณานักเรียนในภาพรวม ทั้งทางร่างกาย อารมณ์ และสติปัญญาเข้าด้วยกัน จะทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น เกิดความพึงพอใจ และส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ด้วย

ธอร์นไดค์ (Thorndike, 1874-1949; อ้างถึงใน ประสาท อิสรปริคา. 2547 : 297) ได้อธิบายกฎการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. กฎความพอใจ (Law of Effect) ระบุว่า พันธะหรือตัวเชื่อมระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองจะเข้มแข็งหรืออ่อนกำลังขึ้นอยู่กับผลต่อเนื่องหลังจากที่ได้รับการตอบสนอง หมายถึง การได้รับรางวัลจะมีผลทำให้พันธะระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองเข้มแข็งขึ้น ส่วนการลงโทษจะไม่ผลกับสิ่งเร้าและการตอบสนองเลย กฎข้อนี้เน้นสร้างแรงจูงใจ เช่น การให้รางวัล การเสริมแรง ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ

2. กฎการฝึกหัด (Law of Exercise) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 กฎการใช้ได้ (Law of Use) ระบุว่า พันธะหรือตัวเชื่อมระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองจะเข้มแข็งเมื่อได้ทำบ่อย ๆ

2.2 กฎการไม่ได้ใช้ (Law of Disuse) ระบุว่า พันธะหรือตัวเชื่อมระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองจะอ่อนกำลังลงเมื่อไม่ได้ทำอย่างต่อเนื่อง มีการขาดตอนหรือไม่ได้ทำบ่อย ๆ

3. กฎความพร้อม (Law of Readiness) ระบุว่า “เมื่อบุคคลพร้อมที่จะทำแล้วได้ทำ เขาย่อมเกิดความพอใจ เมื่อบุคคลพร้อมที่จะทำแล้วไม่ได้ทำ เขาย่อมเกิดความไม่พอใจ และเมื่อบุคคลไม่พร้อมที่จะทำแต่ต้องทำ เขาย่อมเกิดความไม่พอใจ” ความพร้อมตามความหมายนี้ รวมถึงความพร้อมทางวุฒิภาวะทางกาย วุฒิทางปัญญา ความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมและสภาพ

แรงจูงใจ ความพอใจเป็นภาวะที่ต้องการได้รับและจะไม่พยายามหลีกเลี่ยง ความไม่พอใจเป็นภาวะที่ไม่ต้องการได้รับและพยายามหลีกเลี่ยง

จากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ การนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจึงเป็นบุคคลสำคัญที่ควรศึกษาพฤติกรรมนักเรียน ยอมรับในความแตกต่างระหว่างบุคคล ของนักเรียน ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ เตรียมสื่อหรือแหล่งการเรียนรู้ให้พร้อมและ เพียงพอ เพื่อตอบสนองความสนใจของนักเรียนได้ทันท่วงที สื่อหรือแหล่งการเรียนรู้เรียงตามลำดับ ขั้นตอน จากง่ายไปยาก สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ทำให้บุคคลเกิดความภูมิใจในตนเอง มีความ มุ่งมั่นที่จะทำงาน มีการทดสอบความรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และรายงานผลการทดสอบเพื่อ ทราบความก้าวหน้าของตนเอง และครูผู้สอนยังมีบทบาทในการเสริมแรง เช่น คำชมเชย คะแนน จากการปฏิบัติงานที่น่าพึงพอใจ ซึ่งจะส่งผลต่อบรรยากาศ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของ การเรียนรู้

การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจ เป็นการวัดทัศนคติของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้ง ทางบวกและทางลบ ซึ่งสามารถใช้เป็นเครื่องมือวัดได้หลายแบบตามความเหมาะสม ได้มี นักวิชาการศึกษาไว้ ดังนี้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543 : 15) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า ทัศนคติหรือ เจตคติเป็น นามธรรมเป็นการแสดงออกที่ซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดทัศนคติได้โดยตรง แต่เราสามารถที่จะ วัดทัศนคติได้โดยอ้อม โดยวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน ฉะนั้นการวัดความพึงพอใจก็มี ขอบเขตที่จำกัดด้วย อาจจะไม่มีความคลาดเคลื่อนขึ้น ถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็น ไม่ตรงกับ ความรู้สึกที่จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัด โดยทั่ว ๆ ไป การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบ คำถามอิสระคำถามดังกล่าวอาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ การสัมภาษณ์เป็นการวัดความพึง พอใจทางตรงซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่แท้จริง และการสังเกตเป็นการวัด ความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน เป็นต้น

พิศุทธา อารีราษฎร์ (2551 : 174) ในการวัดหรือประเมินความพึงพอใจจะใช้ แบบสอบถามวัดทัศนคติตามวิธีของ ลิเคิร์ต(Likert) ซึ่งจะแบ่งความรู้สึกออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า วิธีการวัดความพึงพอใจ สามารถทำได้หลายวิธี การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับบริบทต่าง ๆ เช่น กลุ่มที่ต้องการวัดความพึงพอใจ สถานที่ เวลา และโอกาสในการวัดความพึงพอใจด้วย เป็นสิ่งที่ควรควรให้ความสนใจ จะเป็นสิ่งสะท้อนการปฏิบัติงานของครู และนำผลการสำรวจมาปรับปรุงเพื่อให้นักเรียนมีความพึงพอใจ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียน มีความสุข และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบสอบถามแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบฝึกเสริมทักษะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถ ทบทวนบทเรียนหรือฝึกซ้ำด้วยตนเอง ได้อย่างรวดเร็ว ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้มี ผู้ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยแบบฝึกเสริมทักษะ และการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550 : 71) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมาก

เพ็ญสุดา แข็งกลาง (2551 : 363-364) ได้พัฒนาผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

พิสมัย พานโฮม (2551 : 111 - 112) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นผังรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหลังเรียนนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็น ร้อยละ 84.01 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศรีบุญตาม โจมศรี (2553 : 153-155) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังโนมคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ และนักเรียนยังเกิดมโนคติเรื่อง พันธะเคมี ช่วยการจดจำ ประหยัดเวลาในการทบทวน เข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน เป็นระบบระเบียบ และมโนคติที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนสูงขึ้นด้วย

ชบาไพร รัตนกาญจน์ (2554 : 68) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 พบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีประสิทธิภาพ 83.60/87.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะมีค่าเท่ากับ 0.80 และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

สกุล คำพิพนธ์ (2554 : 106) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แบบฝึกมีประสิทธิภาพ 83.88/82.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนด 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความก้าวหน้า ทางการเรียนรู้สูงขึ้น และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

วิไลวรรณ แพพิพัฒน์ (2555 : 69) ได้พัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.03/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดัชนี ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.6676 และนักเรียนมีความพึง พอใจในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

มาสัน (Mason. 1998 : 3540) ได้ทำการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวราบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน ใช้เวลาการทดลอง 10 วัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ฮิบส์แมน (Hibbsman, 2001 : 537-A) ได้ศึกษาการพัฒนาและการประเมินผลการใช้ ซิตีรอมที่มีภาพการ์ตูน เป็นแบบฝึกเสริมทักษะทางการศึกษาของเด็ก ในการสอนเรื่อง ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของชาวคริสเตียน ผลการวิจัย พบว่า ซิตีรอมที่มีภาพการ์ตูน เป็นแบบ ฝึกเสริมทักษะทางการศึกษา เป็นเครื่องมือที่ช่วยในเรื่องการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก และครูยังมีความเห็นว่าสามารถนำไปใช้สอนเรื่องเกี่ยวกับหลักธรรมคำสอน และหลักคุณธรรมให้ นักเรียนได้อย่างเหมาะสม นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า พวกเขาชอบที่เนื้อหาของบทเรียนอยู่ใน รูปแบบการ์ตูน ทำให้พวกเขามีความสนใจในเนื้อเรื่อง และดึงดูดความสนใจจากนักเรียนได้ ตลอดเวลา และยังพบว่านักเรียนจดจำเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ

โซ และ คอง (So & Kong 2007 : 329-354). ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้มัลติมีเดียในระดับประถมศึกษา โดยการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ มัลติมีเดีย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบนโลก จากกลุ่ม ตัวอย่างนักเรียนที่มีอายุ 10 – 12 ปี จำนวน 2 ห้อง ที่เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ มัลติมีเดีย และเรียนแบบปกติ ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังของนักเรียนที่รู้แบบสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้มัลติมีเดีย มีคะแนนแตกต่าง จากกลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ภัทริยา และคณะ (Bhattacharyya et al. 2009 : 199) ได้ทำการศึกษาดูผล จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ของครูชั้นประถมศึกษา โดยศึกษาเปรียบเทียบคะแนนการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของ 2 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลองจะได้ใช้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ส่วนกลุ่มควบคุมจะไม่ได้สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่มี ความแตกต่างด้านประสบการณ์สอนของครู พบว่า กลุ่มทดลองนั้นจะมีรูปแบบความเชื่อมั่นส่วน บุคคลสูงมาก เกิดกระบวนการเรียนรู้แตกต่าง มีผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาวิจัยยัง ได้คลุ่มาถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ควรจะมีการสนับสนุนให้มีการ ฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์ เช่น วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งการฝึกอบรมครูในการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีความต้องการมากกว่าการสอนแบบดั้งเดิมในการอบรมครู เพื่อนำมาใช้ ในการสอนอย่างได้ผล

เทเตอร์ และบิลเบรี่ (Taylor & Bilbrey, 2011 : 152) ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ เปรียบเทียบหาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบ ครูเป็นผู้สอน โดยตรง กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนเป้าหมาย ซึ่งได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นระยะเวลา 3 ปี ตามโครงการพิเศษโรงเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งโครงการได้สนับสนุน

การพัฒนาการเรียนการสอนและอุปกรณ์การเรียนที่จำเป็นต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลให้ครูผู้สอนมีความมั่นใจในตนเอง และมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามหลักสูตรผสมผสานความรู้ด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าการฝึกให้นักเรียนมีทักษะ ความเข้าใจในเนื้อหา มีประโยชน์อย่างมากในกระบวนการเรียนการสอน นอกจากสื่อการเรียนรู้ แล้วยังมีการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่มีเหมาะสมกับกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวน 786 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้การจับฉลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ชุด
2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการสร้างเครื่องมือตามลำดับขั้น ดังนี้

1. การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ชุด

1.1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครู (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553:62-120) แบบเรียนและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง พันธะเคมี

1.2. ศึกษาหลักการและเทคนิคการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.3. จัดเตรียมเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 9 เรื่อง ตามความยากง่ายและประเภทของเนื้อหา

1.4. กำหนดเนื้อหาและเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 3.1 กำหนดเนื้อหาและเวลาสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ลำดับที่	เนื้อหาและกิจกรรม	เวลา (คาบ)
1	ปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน	1
2	การเกิดและชนิดของพันธะ โคเวเลนต์	2
3	การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์	2
4	ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	2
5	รูปร่าง โมเลกุล	2
6	แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุล โคเวเลนต์	2
7	การเกิดสารประกอบไอออนิก	2
8	สมบัติของสารประกอบไอออนิก	2
9	การเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารประกอบไอออนิก	2
10	พันธะ โลหะ	2
11	ทดสอบหลังเรียน	1
รวม		20

1.5. สร้างแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

1.6. นำแบบฝึกเสริมทักษะที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.7. นำแบบฝึกเสริมทักษะที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบเหมาะสมของแบบฝึกเสริมทักษะ เกี่ยวกับความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) แล้วนำข้อมูลมาหาค่าความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นในแบบประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert 5 ระดับ พร้อมทั้งคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะ สำหรับแบบประเมิน ได้กำหนดคะแนนดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1.7.1 นางฉวีลดา วรรณวงศ์ วุฒิกการศึกษา วท.ม (การสอนเคมี) ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

1.7.2 นายรุ่งอรุณ ศรีสุธรรม วุฒิกการศึกษา กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน) ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน และการวัดผลและประเมินผล

1.7.3 นางสาวปิ่นหล้า ศีลาบุตร วุฒิกการศึกษา อ.ม. (ภาษาไทย) ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านภาษา

1.8. นำคะแนนจากการประเมินแบบฝึกเสริมทักษะของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 121)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านจะต้องมีคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

(บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 121) ผลการประเมินแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.67 แสดงว่า แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ก หน้า 260)

1.9. ปรับปรุงแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.10. นำแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อหาประสิทธิภาพร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 10 แผน โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เพื่อหาความบกพร่องด้านความเหมาะสมของการใช้ภาษา เวลา รูปแบบของแบบฝึกเสริมทักษะ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.10.1. การทดลองเป็นรายบุคคล แบบ 1 : 1 ผู้วิจัยทดลองใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง พันธะเคมี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่ระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ นักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ประเภทละ 1 คน โดยขณะทำการทดลองผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และซักถามถึง ข้อบกพร่อง ความยากง่ายของภาษา ความสวยงามและน่าสนใจของแบบฝึกเสริมทักษะ เพื่อปรับปรุงแก้ไข พบว่า ภาพประกอบน้อยเกินไป จึงได้นำข้อมูลการสังเกตมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง โดยการเพิ่มภาพประกอบและเพิ่มคำอธิบายในภาพประกอบในแบบฝึกเสริมทักษะ ให้มากขึ้น แล้วนำไปใช้ในการทดลองแบบ 1 : 10 ต่อไป

1.10.2. การทดลองแบบกลุ่มย่อย แบบ 1 : 10 ผู้วิจัยทดลองใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง พันธะเคมี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ที่ระดับความสามารถแตกต่างกัน คือ นักเรียนเก่ง 3 คน นักเรียนปานกลาง

4 คน และนักเรียนอ่อน 3 คน รวม 10 คน โดยขณะทำการทดลองผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และซักถามถึงข้อบกพร่อง ความยากง่ายของภาษา ความสวยงามและน่าสนใจของแบบฝึกเสริมทักษะ เพื่อปรับปรุงแก้ไข พบข้อบกพร่องคือ มีจำนวนข้อในแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี น้อยเกินไป ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มมีจำนวนข้อในแบบฝึกเสริมทักษะให้ครอบคลุมเนื้อหา และหลากหลายมากขึ้น แล้วนำไปใช้ในการทดลองแบบ 1 : 100 ต่อไป

1.10.3. การทดลองแบบภาคสนาม แบบ 1 : 100 ผู้วิจัยทดลองใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง พันธะเคมี กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 44 คน เสมือนการทดลองจริงแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกเสริมทักษะ มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ โดยใช้สูตร E_1/E_2 เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ 75/75 ผลปรากฏว่ามี ประสิทธิภาพ เท่ากับ 75.64/75.98 (ภาคผนวก ง หน้า 269-271) สังเกตพฤติกรรมและเก็บรวบรวม ข้อมูลระหว่างการทดลอง พบว่า การเพิ่มภาพประกอบพร้อมคำอธิบาย และการเพิ่มจำนวนข้อในแบบฝึกเสริมทักษะให้หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

1.11. นำแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ไปจัดทำฉบับสมบูรณ์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิจัย และนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้การจับฉลาก

2. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 10 แผน

- 2.1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด
- 2.2. ศึกษาแนวคิด หลักการและตัวอย่างในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
- 2.3. แบ่งเนื้อหาเรื่องพันธะเคมี ออกเป็น 9 เรื่องย่อย ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวม 20 ชั่วโมง (ดังแสดงในตาราง 3.1)
- 2.4. จัดทำสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ รวมถึงแบบฝึกเสริมทักษะ
- 2.5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามหัวข้อดังนี้
 - 2.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้
 - 2.5.2 ตัวชี้วัด
 - 2.5.3 สาระสำคัญ

2.5.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.5.5 สาระการเรียนรู้

2.5.6 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
- 4) ขั้นขยายความรู้
- 5) ขั้นประเมินผล

2.5.7 สื่อและแหล่งเรียนรู้

2.5.8 การวัดและประเมินผล

2.5.9 กิจกรรมเสนอแนะ

2.5.10 ความคิดเห็นของผู้บังคับบัญชา

2.5.11 บันทึกผลหลังสอน

2.6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องด้าน โครงสร้าง เนื้อหา ภาษา แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตาม ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม เกี่ยวกับความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) โดยผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น ในแบบประเมิน ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert 5 ระดับ พร้อมทั้งคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ ข้อเสนอแนะ สำหรับแบบประเมินได้กำหนดคะแนนดังนี้

- คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
- คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
- คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
- คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
- คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2.8. นำคะแนนจากการประเมินแบบฝึกเสริมทักษะของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ หาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 121)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00– 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านจะต้องมีคะแนนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

(บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 121) ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.56 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ค หน้า 261-262)

2.9. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองสอนร่วมกับแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองกับ นักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้การจับฉลาก

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.3 ศึกษาและวิเคราะห์แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเป็นแนวทางในการวัดและประเมินผล

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้ครอบคลุมเนื้อหา โดยสร้างเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ แล้วหาคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง โดยให้คะแนนในการประเมินดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.7 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC (Index of Item Objective Congruence) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.0 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 64) ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง ผลการประเมินแบบทดสอบ จำนวน 50 ข้อ พบว่า ผ่านเกณฑ์ ทุกข้อ คือ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (ภาคผนวก ค หน้า 263-265) และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว

3.9 วิเคราะห์แบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อ โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 83) ไว้ใช้ จำนวน 30 ข้อ ผลการวิเคราะห์ ปรากฏว่า ผ่านเกณฑ์ จำนวน 41 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ให้เหลือเพียง 30 ข้อ ที่มีค่าความยาก (P) ระหว่าง 0.44 - 0.76 และค่าอำนาจจำแนก (B) ระหว่าง 0.43 - 0.93 โดยพิจารณาให้ครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ จากนั้นนำข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.84 (ภาคผนวก ง หน้า 268)

3.10 นำแบบทดสอบไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

4.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 66-74)

4.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์การแปลผลคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 121)

- ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

4.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ปรับปรุงแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ นำคะแนนที่ได้จากการประเมินแบบสอบถามมาเทียบกับเกณฑ์ เช่นเดียวกับการประเมินแบบฝึกเสริมทักษะ ผลปรากฏว่า ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม เท่ากับ 4.93 แสดงว่า แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ภาคผนวก ก หน้า 266)

4.5 ปรับปรุงและแก้ไข แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปจัดพิมพ์เป็นฉบับจริง ปรับปรุงและแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ กลุ่มทดลองกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลัง การทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design)

ตาราง 3.2 แผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
O_1	X	O_2

- X : การทดลองใช้นวัตกรรม
 O_1 : การวัดผลก่อนการทดลองใช้นวัตกรรม
 O_2 : การวัดผลหลังการทดลองใช้นวัตกรรม

ระยะเวลาในการวิจัย

การศึกษานี้ทำการทดลองใน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้ในการทดลอง 20 คาบ แบ่งเป็นการปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ 18 คาบ และ ทดสอบหลังเรียน 1 คาบๆ ละ 50 นาที

ตาราง 3.3 กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

วัน เดือน ปี	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (คาบ)
20 มกราคม 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน	1
22 มกราคม 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเกิดและชนิดของพันธะ โคเวเลนต์	2
27 มกราคม 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์	2
29 มกราคม 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ	2

ตาราง 3.3 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	เวลา (คาบ)
3 กุมภาพันธ์ 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 รูปร่างโมเลกุล	2
5 กุมภาพันธ์ 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์	2
10 กุมภาพันธ์ 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การเกิดสารประกอบไอออนิก	2
12 กุมภาพันธ์ 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 สมบัติของสารประกอบไอออนิก	2
17 กุมภาพันธ์ 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของ สารประกอบไอออนิก	2
19 กุมภาพันธ์ 2558	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 พันธะโลหะ	2
24 กุมภาพันธ์ 2558	ทดสอบหลังเรียน	1
	รวม	20

การดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ถึง ผู้อำนวยการ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28
2. ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 45 คน
 - 2.1 ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทของครูผู้สอน นักเรียน ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ แล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูล
 - 2.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงในตาราง 3.2

กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจสอบให้คะแนนในแบบฝึกเสริมทักษะ เก็บรวบรวมเพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

2.4 ทดสอบหลังเรียน หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 10 แผนแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน ตรวจสอบให้คะแนน เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.5 สอบถามความพึงพอใจ โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลการทดลอง ตามลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์หาจากประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) เพื่อเทียบกับเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75
2. วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Dependent Sample t-test กำหนดค่าสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05
3. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 104)

$$\text{ร้อยละ} = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ f แทน จำนวนที่จะหาร้อยละ
 N แทน จำนวนทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 105)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n แทน จำนวนคะแนน หรือจำนวนตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร
 (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 106)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน คะแนนแต่ละตัว
 n แทน จำนวนคะแนน หรือจำนวนตัวอย่าง
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนทั้งหมด
 $(\sum X)^2$ แทน กำลังสองของผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 220)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

หาความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง พันธะเคมี แบบรายข้อ โดยใช้สูตร P ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 212)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้วิธีของ เบรนนาน (Brennan) ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549 : 214)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้(หรือสอบผ่านเกณฑ์)ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้(หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)ตอบถูก

N_1	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือผู้สอบผ่านเกณฑ์
N_2	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีของ โลเวท (Lovett) ดังนี้
(สมนึก กัทฑิยชนี. 2549 : 230)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	K	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	X_i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	C	แทน	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

3. ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี

E_1 คำนวณจากคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี ระหว่างเรียน ดังนี้ (เผชิญ กิจระการ. 2544 : 44-49)

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนและแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

E_2 คำนวณจาก คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี หลังจากการเรียนรู้สิ้นสุดลง

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

4. ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี ทำการวิเคราะห์ E.I. คำนวณตามวิธีการของเว็บ (Webb) จากสูตรดังนี้ (เพ็ญญู กิจระการ. 2544 : 31)

$$E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{total} - P_1}$$

เมื่อ	E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
	P_1	แทน	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน
	P_2	แทน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน
	Total	แทน	ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

5. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จัดว่ากลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระแก่กัน คือ ผลการวัดจากกลุ่มเดิมออกมา 2 ค่า นั้น จะคำนวณโดยใช้สูตร Dependent Sample t-test ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 112)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Buriram Rajabhat University

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายตรงกัน การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ และความหมายในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล
$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนของแต่ละคน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียนของแต่ละคนยกกำลังสอง
t	แทน	วิเคราะห์ค่าความต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการดำเนินการพัฒนาและทดลองใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 9 ชุด ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 9 ชุด โดยวิธีการหาค่า E_1/E_2 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4.1 – 4.2

ตาราง 4.1 วิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการทำแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E₁)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ ชุดที่									รวม (180)	ร้อยละ
	1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	5 (20)	6 (20)	7 (20)	8 (20)	9 (20)		
1.	14	17	16	16	16	15	16	15	16	141	78.33
2.	15	16	14	14	15	14	14	15	15	132	73.33
3.	16	15	14	15	16	16	16	16	15	139	77.22
4.	16	14	16	16	14	14	17	14	16	137	76.11
5.	18	17	17	16	15	15	16	15	17	146	81.11
6.	13	13	14	14	14	15	13	16	15	127	70.56
7.	15	14	15	16	15	16	14	15	16	136	75.56
8.	14	16	14	15	14	17	16	14	16	136	75.56
9.	14	14	15	14	16	14	15	16	15	133	73.89
10.	15	16	15	15	14	16	17	15	16	139	77.22
11.	15	15	14	14	15	13	14	16	15	131	72.78
12.	14	13	15	13	14	14	13	15	16	127	70.56
13.	15	14	14	14	16	16	13	16	15	133	73.89
14.	15	16	16	16	15	17	16	14	15	140	77.78
15.	14	15	15	16	14	16	16	15	16	137	76.11
16.	17	18	18	17	16	15	17	16	17	151	83.89
17.	16	17	18	16	15	16	16	14	17	145	80.56
18.	16	16	17	15	15	14	16	15	16	140	77.78
19.	15	14	15	14	15	15	16	16	15	135	75.00
20.	14	15	16	16	14	16	17	15	15	138	76.67
21.	15	13	14	15	14	15	14	16	14	130	72.22
22.	15	14	16	14	15	16	16	14	14	134	74.44
23.	14	13	14	13	13	15	14	16	13	125	69.44
24.	17	17	16	15	15	15	15	16	13	139	77.22

ตาราง 4.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ ชุดที่									รวม (180)	ร้อยละ
	1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	5 (20)	6 (20)	7 (20)	8 (20)	9 (20)		
25.	17	18	17	16	15	15	16	17	13	144	80.00
26.	16	17	18	17	14	15	16	15	17	145	80.56
27.	16	17	17	16	16	16	15	16	16	145	80.56
28.	15	14	15	15	16	16	15	15	16	137	76.11
29.	14	14	16	15	14	16	15	14	14	132	73.33
30.	14	13	14	14	15	16	13	15	16	130	72.22
31.	14	15	16	15	14	14	15	16	15	134	74.44
32.	13	14	15	14	15	15	13	16	13	128	71.11
33.	14	16	15	15	15	14	13	14	13	129	71.67
34.	15	16	17	16	15	15	15	14	14	137	76.11
35.	16	17	17	18	16	16	18	15	15	148	82.22
36.	16	17	16	16	16	17	16	15	16	145	80.56
37.	14	15	15	15	16	14	15	16	14	134	74.44
38.	17	17	18	17	14	15	16	14	16	144	80.00
39.	16	16	17	16	17	16	15	15	14	142	78.89
40.	15	16	18	17	17	16	15	16	14	144	80.00
41.	15	16	16	16	17	15	14	15	14	138	76.67
42.	14	15	14	15	16	15	16	13	15	133	73.89
43.	15	14	15	14	15	14	14	14	13	128	71.11
44.	17	17	16	15	15	15	15	14	16	140	77.78
45.	16	16	17	16	16	17	16	16	15	145	80.56
รวม	681	692	707	687	679	687	683	680	677	6173	3429.44
\bar{X}	15.13	15.38	15.71	15.27	15.09	15.27	15.18	15.11	15.04	137.18	76.21
S.D.	1.16	1.45	1.31	1.12	0.95	0.96	1.27	0.88	1.19	6.36	3.53
ร้อยละ	75.67	76.89	78.56	76.33	75.44	76.33	75.89	75.56	75.22	76.21	76.21

จากตาราง 4.1 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 137.18 จากคะแนนเต็ม 180 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.21 แสดงว่า แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 76.21

ตาราง 4.2 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E_2)

คะแนนที่นักเรียนสอบได้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	จำนวนที่นักเรียนสอบได้ (นักเรียนทั้งหมด 45 คน)	คะแนนรวม
17	1	17
18	3	54
19	4	76
20	2	40
21	6	126
22	8	176
23	4	92
24	3	72
25	5	125
26	4	104
27	2	54
28	2	56
29	1	29
รวม	1,021	1,021
\bar{X}		22.69
S.D.		3.01
คิดเป็นร้อยละ		75.63

จากตาราง 4.2 พบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.69 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.63 แสดงว่าแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.63

ตาราง 4.3 ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E_1/E_2)

ประสิทธิภาพ	ร้อยละ	S.D.
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	76.21	3.53
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	75.63	3.01

จากตาราง 4.3 พบว่า แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.21/75.63 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงในตาราง 4.4

ตาราง 4.4 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า ($\sum D$)	คะแนนความก้าวหน้ายกกำลังสอง ($\sum D^2$)
1	9	24	15	225
2	10	23	13	169

ตาราง 4.4 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า $(\sum D)$	คะแนนความก้าวหน้า ยกกำลังสอง $(\sum D^2)$
3	5	17	12	144
4	6	22	16	256
5	8	20	12	144
6	7	22	15	225
7	6	22	16	256
8	5	18	13	169
9	12	29	17	289
10	15	28	13	169
11	13	25	12	144
12	14	25	11	121
13	7	18	11	121
14	11	24	13	169
15	12	25	13	169
16	9	19	10	100
17	7	19	12	144
18	12	22	10	100
19	11	21	10	100
20	10	22	12	144
21	11	23	12	144
22	9	22	13	169
23	10	22	12	144
24	7	22	15	225
25	8	23	15	225
26	5	18	13	169

ตาราง 4.4 (ต่อ)

เลขที่	ทดสอบ ก่อนเรียน (30 คะแนน)	ทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนความก้าวหน้า (ΣD)	คะแนนความก้าวหน้า ยกกำลังสอง (ΣD^2)
27	7	21	14	196
28	6	20	14	196
29	12	28	16	256
30	10	25	15	225
31	9	21	12	144
32	9	23	14	196
33	6	21	15	225
34	8	21	13	169
35	7	21	14	196
36	9	26	17	289
37	12	26	14	196
38	11	26	15	225
39	13	26	13	169
40	8	19	11	121
41	14	27	13	169
42	13	25	12	144
43	15	27	12	144
44	12	24	12	144
45	9	19	10	100
รวม	429	1,021	592	7,938
\bar{X}	9.53	22.69		
S.D.	2.79	3.01		
ร้อยละ	31.78	75.63		

จากตาราง 4.4 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คะแนนสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 9.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.79 คิดเป็นร้อยละ 31.78 และคะแนนทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 22.69 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.01 คิดเป็นร้อยละ 75.63

ตาราง 4.5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	45	30	9.53	2.79	592	7,938	47.811*
หลังเรียน	45	30	22.69	3.01			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 4.6 ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)	ร้อยละ
		ก่อนเรียน	หลังเรียน		
45	30	429	1,021	0.6428	64.28

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึกเสริมทักษะ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีของเว็บ (Webb) จากสูตรดังนี้ (เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. 2545 : 30 - 32)

$$\begin{aligned}
 \text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} &= \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{คะแนนเต็ม} \times \text{จำนวนนักเรียน}) - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}} \\
 &= \frac{1021 - 429}{(30 \times 45) - 429} \\
 &= \frac{592}{921} \\
 &= 0.6428
 \end{aligned}$$

จากตาราง 4.6 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนรวมของแบบทดสอบก่อนเรียน ได้เท่ากับ 429 คะแนน และมีคะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน ได้เท่ากับ 1,021 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 1,350 คะแนน เมื่อนำมาวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผล ได้เท่ากับ 0.6428 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6428 หรือคิดเป็นร้อยละ 64.28

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 4.7 ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการ	ความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1. นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน	4.69	0.47	มากที่สุด
2. นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้	4.53	0.55	มากที่สุด
3. นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.80	0.40	มากที่สุด
4. นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ	4.58	0.50	มากที่สุด
5. แบบฝึกเสริมทักษะมีความต่อเนื่อง เรียนรู้ได้ง่าย	4.56	0.55	มากที่สุด

ตาราง 4.7 (ต่อ)

รายการ	ความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
6. เวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.56	0.50	มากที่สุด
7. มีความชัดเจนของคำสั่งและ โจทย์ ในแบบฝึกเสริมทักษะและแบบทดสอบ	4.53	0.55	มากที่สุด
8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	4.53	0.59	มากที่สุด
9. นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้	4.82	0.39	มากที่สุด
10. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียน ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.62	0.49	มากที่สุด
โดยรวม	4.62	0.50	มากที่สุด

จากตาราง 4.7 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันระเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ข้อ 9 นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ($\bar{X} = 4.82$) ข้อ 3 นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.80$) และข้อ 1 นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ($\bar{X} = 4.69$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลการวิจัย
5. อภิปรายผล
6. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 16 ห้องเรียน จำนวน 786 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้การจับฉลาก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 แผน

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.4 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

3. การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ถึงผู้อำนวยการ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

3.2 ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 จำนวน 45 คน

3.2.1 ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทของครูผู้สอน นักเรียน ข้อดี และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3.2.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ แล้วตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูล

3.2.3 คำเนิการจัดการเรียนรู้อตามแผนการจัดการเรียนรู้อ เรื่อง พันธะเคมี โดย การจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงในตาราง 3.2 กำหนดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อ ตรวจสอบให้คะแนนในแบบฝึกเสริมทักษะ เก็บรวบรวมเพื่อหา ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

3.2.4 ทดสอบหลังเรียน หลังจากจัดการกิจกรรมการเรียนรู้อครบทั้ง 10 แผนแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกัน ตรวจสอบให้คะแนน เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหา ประสิทธิภาพผลลัทธิ (E_2) แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3.2.5 สอบถามความพึงพอใจโดยให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

4.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดย การจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวิเคราะห์หาจาก ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพผลลัทธิ (E_2) เพื่อเทียบกับเกณฑ์ ประสิทธิภาพ 75/75

4.2 วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนก่อน และหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติ Dependent Sample t-test กำหนดค่าสถิติที่ระดับ นัยสำคัญ .05

4.3 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตรการหาค่าดัชนีประสิทธิผล ($E.I.$)

4.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิจัย ผลการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้อแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.21 / 75.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. คำนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.6428 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6428 หรือคิดเป็นร้อยละ 64.28
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบประเด็นที่น่าสนใจที่ควรนำมาอภิปรายผลดังนี้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.21 / 75.63 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี ได้ผ่านกระบวนการสร้างอย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ แล้วดำเนินการสร้างตามหลักการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะที่ดี ให้เหมาะสมกับนักเรียนและสามารถพัฒนาทักษะการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้มีโอกาสสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังที่ พรเทพ รุแผน (2548 : 1) ได้สรุปว่า การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ต้องสอดคล้องกับจิตวิทยาพัฒนาการของผู้เรียน และลำดับขั้นของการเรียนรู้ คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ใช้หลักการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจจุดมุ่งหมายที่ฝึก มีคำชี้แจงง่าย ๆ สั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย มีรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย ใช้เกมต่าง ๆ ประกอบ ให้เหมาะสมกับเวลาและความสนใจของผู้เรียน ครูมีการประเมินผลขณะที่ฝึกหัด เพื่อให้ นักเรียนทราบผลความก้าวหน้าของการทำแบบฝึกเสริมทักษะซึ่งจะเป็นการจูงใจที่ดี ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สกฤต คำพิพจน์ (2554 : 106) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า แบบฝึกมีประสิทธิภาพ 83.88 / 82.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้สูงขึ้น และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ วิไลวรรณ แพพิพัฒน์ (2555 : 69) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.03/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

2. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากผู้วิจัยได้นำแบบฝึกเสริมทักษะที่สร้างขึ้นอย่างมีคุณภาพมาใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ รวมถึงการดูแลเอาใจใส่นักเรียน มีการชี้แจงให้เข้าใจถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาจัดการเรียนรู้และดูแลในส่วนที่ไม่เข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังที่ สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ (2550 : 65) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ว่าต้องวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุจากการจัดการเรียนรู้ และสร้างแบบฝึกเสริมทักษะ ให้มีรูปแบบหลากหลาย น่าสนใจ จะส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่ พัฒนาการแตกต่างระหว่างบุคคล เสริมทักษะให้เก่งทน เข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น มีความเชื่อมั่นและสามารถประเมินผลตนเองได้ และยังสามารถสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิสมัย พานโฮม (2551 : 111-112) ที่พบว่า การใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผังรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหลังเรียนนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 84.01 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และยังสามารถสอดคล้องกับ ศรีบุญตาม โจนศรี (2553 : 153-155) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนยังเกิดมโนคติเรื่องพันธะเคมี ช่วยการจดจำ ประหยัดเวลาในการทบทวน เข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน เป็นระบบระเบียบ และมโนคติที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย

3. คำนีประสิทธิผลของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.6428 แสดง

ว่านักเรียนมีความรู้หลังเรียนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 64.28 มีคะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนก่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องจากแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ได้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นคว้า เสาะหา วางแผน แก้ปัญหา ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล ดังที่ สุวิทย์ มูลคำ (2547 : 136) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

นอกจากนี้ พิมพ์พันธ์ุ เดชะคุปต์ (2544 : 56 - 57) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญบนพื้นฐานของแนว Constructivism เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเองความรู้ที่ได้จะคงถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ครูเป็นผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ แพทย์พัฒน์ (2555 : 69) ได้พัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คชนิประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.6676 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชบาไพร รัตนกาญจน์ (2554 : 68) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 พบว่า คชนิประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีค่าเท่ากับ 0.80

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนโดยรวม อยู่ในระดับ มากที่สุด คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากแบบฝึกเสริมทักษะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่เรียงตามลำดับขั้นตอน จากง่ายไปยาก สามารถศึกษาด้วยตนเองได้ ทำให้บุคคลเกิดความภูมิใจในตนเอง มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีการทดสอบระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และรายงานผลการทดสอบเพื่อทราบความก้าวหน้าของตนเอง และครูผู้สอนยังมีบทบาทในการเสริมแรง เช่น คำชมเชย คะแนนจากการปฏิบัติงานที่น่าพึงพอใจ ซึ่งจะส่งผลต่อบรรยากาศ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการเรียนรู้ ดังในตาราง 4.6

ในหน้า 80 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ดังที่ ธอร์นไคค์ (Thomdike. 1874-1949; อ้างถึงใน ประสาท อิศรปริดา. 2547 : 297) ได้กล่าวถึง กฎแห่งความพอใจ ไว้ว่า การได้รับรางวัล หรือการเสริมแรงจะมีผลทำให้พันธะระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองเข้มแข็งขึ้น ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดพฤติกรรม การเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นอีกประการหนึ่งที่ผู้วิจัยได้นำหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550 : 71) ได้ศึกษาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด มีความคิดเห็นต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) อยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สกุล คำพิพจน์ (2554 : 106) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

1.1 แบบฝึกเสริมทักษะควรมีภาพประกอบที่หลากหลายเพื่อช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนเพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และมีจำนวนแบบฝึกหัดเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง

1.2 ระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ ครูควรกำกับ ดูแลเอาใจใส่นักเรียนอย่างใกล้ชิด เพราะในระหว่างการเรียนรู้นั้น นักเรียนจะศึกษาแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง ร่วมกันศึกษา และอภิปราย ครูควรมีการเสริมแรงให้กำลังใจนักเรียน กระตุ้นความอยากรู้อยากเรียนอย่างทั่วถึง

1.3 เวลาที่ใช้สำหรับการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ 2 ชั่วโมง อาจไม่เพียงพอสำหรับการจัดกิจกรรม ควรยืดหยุ่น ได้บ้างตามความเหมาะสม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กับวิธีการสอนอื่น ๆ เพื่อเป็นการสร้างและพัฒนา นวัตกรรมที่หลากหลาย เพื่อแก้ไขปัญหา และส่งเสริมการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น

2.2 แบบฝึกเสริมทักษะ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และได้ทบทวนในเนื้อหาที่ไม่เข้าใจได้ จึงเหมาะกับการนำไปใช้กับรายวิชาต่าง ๆ ที่เป็นวิชาที่ต้องการเน้นทักษะและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน เช่น คณิตศาสตร์ ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

บรรณานุกรม

- กชกร ธิปัตติ. (2547). ชุดการสอนและชุดฝึก. อุบลราชธานี : คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. (เอกสารอัดสำเนา)
- กชกร ธิปัตติ และมานิต ขอดเมือง. (2547). การออกแบบผลิตวัสดุหลักสูตร. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). นโยบายและแผนการจัดการศึกษาระดับพื้นฐาน 12 ปี. กรุงเทพฯ : กรมการศาสนา.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กองวิจัยทางการศึกษา. (2542). แนวการจัดการกิจกรรมเพื่อสร้างคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กาญจน์ เรืองมนตรี. (2543). ความพึงพอใจ. เอกสารประกอบการบรรยายในชั้นเรียน. มหาสารคาม : ภาควิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เฉลิมพล ตามเมืองปัก. (2551). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) กับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL). วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชบาไพร รัตนกาญจน์. (2554). ผลการใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ทัศนีย์ ประสงค์สุข. (2546). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นิตยาภรณ์ อินอ่อน. (2549). การพัฒนาชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน). อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

- นิกา อินทรเกษตร. (2550). การพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน).
นครสวรรค์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2550). “วิจัยการสืบเสาะหาความรู้ 5Es”. วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 2(4) : 1-10
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
_____. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
_____. (2546). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
_____. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ประภาวรรณ เส็งวงศ์. (2550). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ
: อี.เค.บุคส์.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2547). ธารัตตะจิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาสารคาม : คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.
- เชษฐ กิจระการ. (2544, กรกฎาคม). “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
(E_1/E_2)”. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 7(1) : 45-51.
- เชษฐ กิจระการ และ สมนึก ภัททิษณี. (2545, กรกฎาคม). “ดัชนีประสิทธิผล.” วารสารการวัดผล
การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 8 : 30-32.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. (2546). กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- พนมวัน วรศิลป์. (2542). การสร้างแบบฝึกการเขียนสะกดคำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาโท ค.ม.(การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรเทพ ฐ์แผน. (2548). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 1025610. นวัตกรรมทางด้านหลักสูตร
และการสอน. นครสวรรค์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. (ถ่ายเอกสาร).
- พลภัทร พองโนนสูง. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุและสมบัติ
ของวัสดุ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนบ้านโคกสูงดูขาด อำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและ
การสอน). บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

- พัฒนพงษ์ สีทา. (2551). การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นผลมาจากการทดสอบคุณภาพการศึกษา
ระดับชาติ ปีการศึกษา 2548 ของจังหวัดอุดรดิตต์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยและประเมินผล
การศึกษา). อุดรดิตต์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- พิชชา แทนพลกรัง. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E.
วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). นุริรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนุริรัมย์.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : เฮาส์ ออฟ เคอร์มิส.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะอุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์
กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิสมัย พานโฮม. (2551). ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นผังรูปตัววีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). อุดรธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา. มหาสารคาม : อภิชาตการพิมพ์.
- เพ็ญสุดา แข็งกลาง. (2551 : มกราคม – มิถุนายน). “การพัฒนาผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น
กล โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนเศรษฐอุดม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 5”. วารสารบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 1(1) : 360-368.
- ภรินทร์ วารินกภู. (2553). การพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง
การอ่านและการเขียนสะกดคำยาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่อผกา.
วิทยานิพนธ์ ค.ม.(หลักสูตรและการสอน). นุริรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนุริรัมย์.
- ภาวณิ ทอนสูงเนิน. (2543). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยใช้แบบ
ฝึกเสริมทักษะคำศัพท์ภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้าน
หนองหมาก จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- แมนชัย สมนึก. (2551). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง
โมล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษานครพนม เขต 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). สกลนคร :
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- เขาวดี วิบูลย์ศรี. (2548). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพินทร์ โพธิ์ศรี. (2550). สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2546, พฤศจิกายน - ธันวาคม). "ลูกโซ่ของการเรียนรู้ : กระบวนการอินโควรี". วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 32(127) : 7-13.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : พรักหวานกราฟฟิค.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วิไล พลอาสา. (2552). การพัฒนาแบบฝึกทักษะการอ่านและการเขียนสะกดคำควบกล้ำ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- วิไลวรรณ แพทย์พัฒน์ (2555). การพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ศรีบุญตาม โจมศรี. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแผนผังมโนคติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศศิธร ธัญลักษณ์านนท์. (2542). ภาษาไทยเพื่อการสื่อสารและสืบค้น. กรุงเทพฯ : เจริญชีพ เอ็ดดูเคชั่น.
- สกุล คำพิพจน์. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2556). รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET). ประจำปีการศึกษา 2555 ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ฉบับที่ 5 คำสถิติระดับโรงเรียนแยกตามสาระการเรียนรู้ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย.
- _____. (2557). รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET). ประจำปีการศึกษา 2556 ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ฉบับที่ 5 คำสถิติระดับโรงเรียนแยกตามสาระการเรียนรู้ โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดการการเรียนรู้กลุ่ม

วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : สถาบันส่งเสริมการสอน
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2549). เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเผยแพร่ ขยายผล และอบรม
รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนา
กระบวนการคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี.

_____. (2553). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระ
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : องค์การค้ำของ สกสศ.

สมนึก กัททิชชนี. (2549). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมบูรณ์ ต้นชะ. (2545). การประเมินทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

สมศักดิ์ สันธุระเวชญ์. (2545). สร้างความเข้าใจ สู่การปฏิบัติจริง : การวัดและประเมินการเรียนรู้.
กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

สุธารพินท์ โนนศรีชัย. (2550). การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es). วิทยานิพนธ์
ปริญญา ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุพัตรา สัตยาภูถ. (2552). การพัฒนาชุดฝึกทักษะ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน).

อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และสุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). การพัฒนาผลงานทางวิชาการสู่การเลื่อน
วิทยฐานะ. กรุงเทพฯ : อีเค บুক.

อารี พันธุ์มณี. (2546). จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไบโหม.

อุษา ชันแข็ง. (2545). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชา
ภาษาไทย โดยใช้แบบฝึกทักษะการสะกดคำ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.

- Bhattacharyya, S., Volk T. & Lumpe A. T. (2009). "Influence of an Extensive Inquiry – Based Field Experience on Pre – service Elementary Student Teachers' Science Teaching Beliefs", **Journal of Science Teacher Education**. 20(3) : 199-218. June.
- Hibbsman, T. G. (2001). "Development and Evaluation of a Children's Education Software" package for Teaching Christian History and Culture", **Dissertation Abstracts International**. 62(2) : 537-A ; August.
- Maslow, A. (1970). **Motivation and Personality**. 2nd ed. New York : Harper & Row.
- Mason, R.T. (1998). "Learning Algebra Personally", **Dissertation Abstracts International**. 58 (9) : 3450 – A ; March.
- So, W. W. & Kong, S. (2007). "Approaches of Inquiry Learning with Multimedia Resources in Primary Classrooms", **Association for the Advancement of Computing in Education (AACE)**. 26(4) : 329-354 ; October.
- Taylor J. H. & Bilbrey J. K. (2011). "Teacher Perceptions of Inquiry-Based Instruction vs. Teacher-Based Instruction", **International Review of Social Sciences and Humanities**. 2(1) : 152-162 ; October.

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก

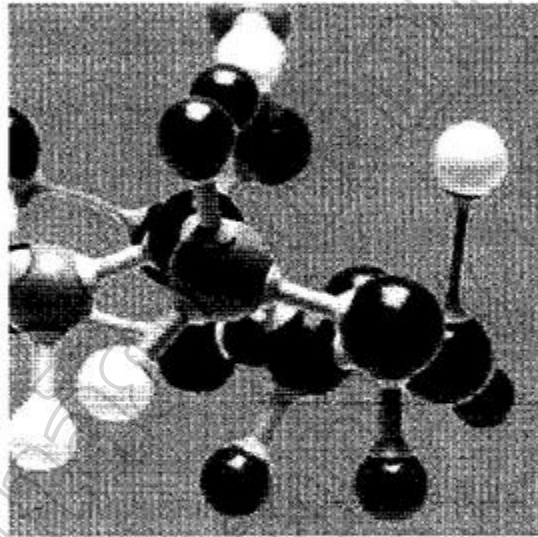
ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี แบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
- แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229

ชื่อ - สกุล

ชั้น ม. 4 / เลขที่ เลขประจำตัว

เรียนวัน คาบที่ -

ครูประจำวิชา นางสาวนวรรตน์ โสคติริ

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว30229
ภาคเรียนที่ 2

เวลา 4 ชั่วโมง/สัปดาห์
จำนวน 2.0 หน่วยกิต

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร ได้แก่ พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก พันธะโลหะ กฎออกเตต การเกิดพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม และพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ ความยาวและพลังงานพันธะ โครงสร้างเรโซแนนซ์ รูปร่างโมเลกุล สภาพขั้ว แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ การเกิดไอออนและสารประกอบไอออนิก การเปลี่ยนแปลงพลังงาน สมการไอออนิก การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบ สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ สารประกอบไอออนิกและโลหะ

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีเจตคติและเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์สามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา นำความรู้และหลักการเกี่ยวกับเรื่อง โครงสร้างอะตอมพันธะเคมีและตารางธาตุไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเคมีขั้นสูงต่อไป

ผลการเรียนรู้

1. บอกเหตุผลผลที่แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารหรือพันธะเคมีได้
2. อธิบายเกี่ยวกับกฎออกเตต การเกิดพันธะโคเวเลนต์และระบุนิคมของพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลได้
3. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ได้
4. ใช้ความรู้เรื่องความยาวพันธะและพลังงานพันธะระบุนิคมของพันธะโคเวเลนต์ได้
5. ใช้ค่าพลังงานพันธะคำนวณหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้
6. อธิบายโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้
7. ทำนายรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ และเขียนแสดงด้วยโครงสร้างลิวอิสได้
8. อธิบายสภาพขั้วและทิศทางของขั้วของพันธะโคเวเลนต์และของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้
9. ระบุนิคมของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลกับจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ได้
10. บอกสมบัติที่แตกต่างกันของสารโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลไม่มีขั้ว โมเลกุลมีขั้ว และโครงผลึกร่างตาข่ายได้
11. อธิบายการเกิดไอออน การเกิดพันธะไอออนิกและโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
12. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกได้
13. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก และสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิกได้

14. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารประกอบไอออนิก เมื่อละลายน้ำและปฏิกิริยาของ สารประกอบไอออนิก
15. อธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก พร้อมทั้งเขียนสมการไอออนิกและ สมการไอออนิกสุทธิได้
16. อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และใช้ความรู้เรื่องพันธะโลหะอธิบายสมบัติของโลหะ ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

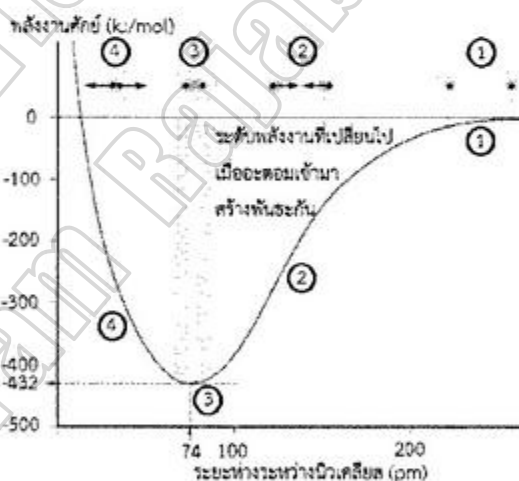
1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์

ในชีวิตประจำวันพบว่าสารส่วนใหญ่จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน โมเลกุลของสารเกิดจากการที่อะตอมทั้งหลายในโมเลกุลนั้นสร้างพันธะเคมีขึ้น โดยมีแรงยึดเหนี่ยวอะตอมของสารไว้ด้วยกัน ถ้าต้องการจะแยกสารออกจากกันต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่งเพื่อทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของธาตุ เรียกว่า พันธะเคมี แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก และพันธะโลหะ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมจะมีผลต่อสมบัติต่าง ๆ ของสาร เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การนำไฟฟ้าและสถานะของสาร เป็นต้น

ในสภาพธรรมชาติอะตอมของธาตุต่าง ๆ จะไม่ล่องลอยเป็นอิสระ แต่อะตอมของธาตุจะมีการจับตัวอยู่รวมกันเป็น โมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบ โดยการสร้างแรงยึดเหนี่ยวซึ่งอยู่ระหว่างอะตอมของธาตุ ซึ่งเรียกว่า พันธะเคมี (Chemical Bonding)

พันธะเคมี คือ แรงยึดเหนี่ยวที่อยู่ระหว่างอะตอมซึ่งทำให้อะตอมต่าง ๆ เข้ามาอยู่รวมกันเป็นโมเลกุลได้ การสร้างพันธะเคมีของอะตอมเกิดขึ้นได้ เนื่องจากอะตอมต้องการปรับตัวให้ตนเองมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 หรือให้ใกล้เคียง 8 มากที่สุด (ตามกฎออกเตต¹) ดังนั้น จึงต้องอาศัยอะตอมอื่น ๆ มาเป็นตัวให้อิเล็กตรอน หรือเป็นตัวรับอิเล็กตรอน

ตัวอย่างการเกิดพันธะเคมีใน โมเลกุลแก๊สไฮโดรเจน (H_2) ดังต่อไปนี้



ภาพ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดโมเลกุลไฮโดรเจน

¹ กฎออกเตต (Octet rule) หมายถึง อะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เท่ากับ 8 มีแนวโน้มที่จะปรับตัวให้มีเสถียรภาพมากขึ้น โดยการรวมตัวกันเองหรือรวมตัวกับอะตอมของธาตุอื่นในสัดส่วนที่ทำให้แต่ละอะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 หรือมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับแก๊สเฉื่อย

1) เมื่ออะตอมของธาตุไฮโดรเจน (H) อยู่อย่างเป็นอิสระ อะตอมของธาตุไฮโดรเจนจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่เพียง 1 อนุภาค ซึ่งเป็นจำนวนอิเล็กตรอนที่ยังไม่ครบ 2 ตามกฎออกเตต (สำหรับธาตุไฮโดรเจนต้องมี 2 อนุภาค จึงครบตามกฎของออกเตต) ดังนั้นอะตอมของธาตุไฮโดรเจนจึงต้องเข้าหาอะตอมอื่น ๆ เพื่อที่จะได้รับอิเล็กตรอนเข้ามาเพิ่มให้ครบ 2 อนุภาค

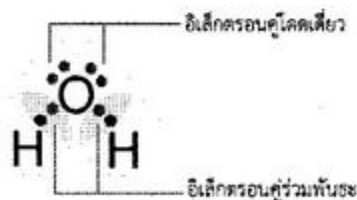
2) เมื่ออะตอมของธาตุไฮโดรเจน 2 อะตอม เคลื่อนที่เข้ามาอยู่ใกล้กันในระยะพอเหมาะ อิเล็กตรอนของอะตอมไฮโดรเจนแต่ละอะตอมจะถูกนิวเคลียสของอะตอมอีกอะตอมหนึ่งพยายามดึงดูดเอาไว้ ทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ช้าลง และเมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ช้าลง จะทำให้ระดับพลังงานภายในโมเลกุลของอะตอมไฮโดรเจนลดต่ำลง อะตอมของไฮโดรเจนจึงมีความเสถียรมากขึ้น และแรงดึงดูดที่เกิดจากอะตอมของไฮโดรเจนดึงดูดอิเล็กตรอนนี้เอง ที่ทำให้อะตอมของธาตุดึงดูดเข้าหากันได้

3) ระยะห่างระหว่างอะตอมไฮโดรเจนจะมีค่าคงที่ใกล้เคียงกันเสมอ เนื่องจากถ้าอะตอมของไฮโดรเจนทั้ง 2 เข้าใกล้กันมากเกินไป จะทำให้เกิดแรงผลักระหว่างนิวเคลียสของทั้งสองอะตอมมากเกินไป และถ้าหากอะตอมอยู่ห่างกันมากกว่านี้ แรงดึงดูดที่อะตอมมีต่อกันก็จะน้อยเกินไป จนไม่สามารถดึงดูดอิเล็กตรอนของอีกอะตอมได้

การสร้างพันธะเคมีของอะตอมสามารถเกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะ โดยในแต่ละลักษณะจะมีสมบัติและความแข็งแรงของพันธะเคมีที่แตกต่างกัน การที่อะตอมเลือกสร้างพันธะเคมีชนิดใดต่อกันนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนและสมบัติของแต่ละอะตอมที่เข้ามาสร้างพันธะเคมีต่อกันเป็นสำคัญ โดยสามารถจำแนกพันธะเคมีได้เป็น 3 ชนิด คือ พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก และพันธะโลหะ

การแบ่งประเภทของอิเล็กตรอนเมื่อเกิดการสร้างพันธะเคมี มี 2 ประเภท ดังนี้

- 1) อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ คือ เวเลนซ์อิเล็กตรอนที่อะตอมทั้งสองใช้ร่วมกัน
- 2) อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว คือ เวเลนซ์อิเล็กตรอนภายในอะตอมซึ่งไม่ได้ใช้ในการสร้างพันธะ



ภาพ 2 อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวภายใน โมเลกุลน้ำ (H_2O)

2. ชนิดของพันธะโคเวเลนต์

พันธะโคเวเลนต์ของอะตอมเกิดขึ้นจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของอะตอม โดยอาจเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเพียงคู่เดียว สองคู่ หรือ สามคู่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับอะตอมคู่ที่เข้ามาสร้างพันธะกันว่าจะขาดเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่อีกเท่าใดจึงจะครบ 8 ตามกฎออกเตต ดังนั้น พันธะโคเวเลนต์จึงสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามจำนวนอิเล็กตรอนที่มีการใช้ร่วมกันดังนี้

- 1) พันธะเดี่ยว (Single bond) คือ พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่ที่เข้ามาสร้างพันธะต่อกัน มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ สามารถเขียนแทนด้วยสูตรได้ดังนี้



ภาพ 3 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ใน โมเลกุลฟลูออรีน (F_2)

- 2) พันธะคู่ (Double bond) คือ พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่ที่เข้ามาสร้างพันธะต่อกัน มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 2 คู่ สามารถเขียนแทนด้วยสูตรได้ดังนี้



ภาพ 4 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ใน โมเลกุลออกซิเจน (O_2)

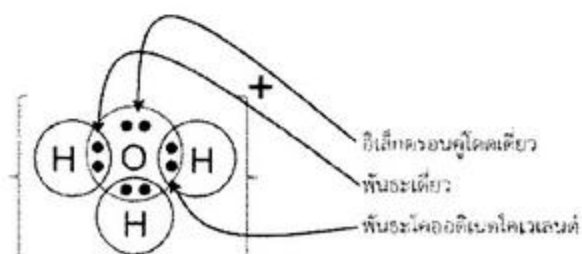
- 3) พันธะสาม (Triple bond) คือ พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมคู่ที่เข้ามาสร้างพันธะต่อกัน มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 3 คู่ สามารถเขียนแทนด้วยสูตรได้ดังนี้



ภาพ 5 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ใน โมเลกุลไนโตรเจน (N_2)

พันธะโคเวเลนต์ทั้งสามชนิดจะมีคุณสมบัติความแข็งแรงของพันธะที่แตกต่างกัน โดยพันธะสามจะเป็นพันธะที่แข็งแรงที่สุด รองมาคือพันธะคู่ และพันธะเดี่ยวจะเป็นพันธะที่มีความแข็งแรงน้อยที่สุด

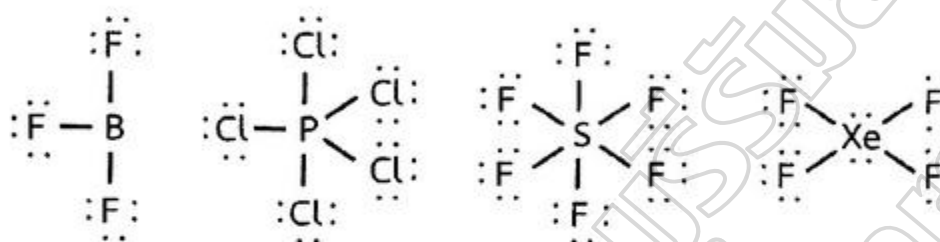
- 4) พันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ หมายถึง พันธะที่มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน แต่อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะมาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่ง



ภาพ 6 การเกิดพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์

3. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

โมเลกุลโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ อะตอมกลางมีจำนวนอิเล็กตรอนล้อมรอบอะตอมเป็นไปตามกฎออกเตต แต่มีบางโมเลกุลที่จำนวนอิเล็กตรอนล้อมรอบอะตอมกลางน้อยกว่าหรือมากกว่า 8 อิเล็กตรอน เช่น โบรอนไตรฟลูออไรด์(BF_3) ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์(PCl_5) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์(SF_6) ซีโนนเตตระฟลูออไรด์(XeF_4)



ภาพ 7 โมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

ฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์ (PCl_5) อะตอมฟอสฟอรัสใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้ง 5 อิเล็กตรอนสร้างพันธะกับ คลอรีน 5 พันธะ จึงมีอิเล็กตรอนล้อมรอบฟอสฟอรัสจำนวน 10 อิเล็กตรอน

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 1 เรื่อง การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

1. จงอธิบายความหมายของ พันธะเคมี

2. จงอธิบายลักษณะของพันธะโคเวเลนต์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

เช่น 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____

3. จงอธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์และการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ ในโมเลกุลของไฮโดรเจน

4. จงอธิบายความหมายของ กฎออกเตต (Octet rule)

5. เพราะเหตุใดบาง โมเลกุลโคเวเลนต์จึงไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

6. จงเขียนโครงสร้างการเกิดพันธะโคเวเลนต์ของสารต่อไปนี้

ที่	ธาตุและสารประกอบ	โครงสร้างแบบลิวอิส	โครงสร้างแบบเส้น
1).	$H + H$		
2).	$H + F$		
3).	$Cl + Cl$		
4).	$O + O$		
5).	$2H + O$		
6).	$2O + C$		
7).	$4H + C$		
8).	$2H + 2C$		
9).	$B + 3F$		

ที่	ธาตุและสารประกอบ	โครงสร้างแบบทวิอิส	โครงสร้างแบบเส้น
10).	$S + 6F$		
11).	N_2		
12).	NO		
13).	NO_2		
14).	N_2O		
15).	CH_3OH		

7. จงจำแนกประเภทของธาตุและสารประกอบ โดยกาเครื่องหมาย \checkmark ในตารางต่อไปนี้

สาร	พันธะ				กฎออกเตต	
	เดี่ยว ทั้งหมด	คู่ ≥ 1 พันธะ	สาม ≥ 1 พันธะ	โคออดิเนต ≥ 1 พันธะ	เป็น	ไม่เป็น
1). H_2						
2). HF						
3). Cl_2						
4). O_2						
5). H_2O						
6). CO_2						
7). CH_4						
8). C_2H_2						
9). BF_3						
10). SF_6						
11). N_2						
12). NO						
13). NO_2						
14). N_2O						
15). CH_3OH						

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

1. หลักการเขียนสูตรโมเลกุล

- เขียนธาตุที่เป็นอะตอมกลางก่อน ตามด้วยธาตุล้อมรอบ
- เขียนธาตุที่มีค่า EN น้อย ตามด้วย EN มาก หรือมีความเป็นบวกตามด้วยความเป็นลบดังนี้
Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F ตามลำดับ
ยกเว้นบางโมเลกุล เช่น NH_3
- ถ้ามีธาตุที่มีจำนวนอะตอมมากกว่า 1 อะตอม จะระบุจำนวนอะตอมของธาตุนั้น ไว้มุมล่าง
ด้านขวาของสัญลักษณ์ เช่น O_2 , H_2O , CCl_4 และ SF_6

2. การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

- สารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยธาตุชนิดเดียว เรียกตามชื่อของธาตุนั้น และนิยมระบุสถานะ
เพื่อให้แตกต่างจากอะตอมของธาตุนั้น เช่น O_2 เรียกว่า แก๊สออกซิเจน
- สารโคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เรียกตามชื่อของธาตุที่อยู่ด้านหน้าและ
ตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมาและเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไ-ด์ (-ide)

เช่น	ไฮโดรเจน (H)	ออกเสียงเป็น	ไฮโดรด์
	คาร์บอน (C)	ออกเสียงเป็น	คาร์ไบด์
	ไนโตรเจน (N)	ออกเสียงเป็น	ไนไตรด์
	ฟลูออรีน (F)	ออกเสียงเป็น	ฟลูออไรด์
	คลอรีน (Cl)	ออกเสียงเป็น	คลอไรด์
	ออกซิเจน (O)	ออกเสียงเป็น	ออกไซด์

- การระบุจำนวนอะตอมเป็นภาษากรีก ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในโมเลกุล

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mono	di	tri	tetra	penta	hexa	hepta	octa	nona	deca
มอโน	ได	ไตร	เตตระ	เพนตะ	เฮกซะ	เฮปตะ	ออกตะ	โนนะ	เดคะ

เช่น CO_2 เรียกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

BF_3 เรียกว่า โบรอนไตรฟลูออไรด์ (Boron trifluoride)

CCl_4 เรียกว่า คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride)

ข้อยกเว้น

กรณีธาตุแรกมีอะตอมเดียว ไม่ต้องระบุจำนวนของธาตุนั้น แต่ธาตุหลังยังคงระบุ
จำนวนอะตอมแม้จะมีเพียงอะตอมเดียว เช่น CO เรียกว่า คาร์บอนมอนอกไซด์

4). การอ่านชื่อสารประกอบออกไซด์ นิยมตัด o หรือ a ตัวท้าย ในภาษากรีกออก

เช่น CO เรียกว่า คาร์บอนมอนออกไซด์ (Carbon monoxide)

นิยมเรียกว่า คาร์บอนมอนออกไซด์ (Carbon monoxide)

P_2O_5 เรียกว่า ไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์ (Diphosphorus pentoxide)

นิยมเรียกว่า ไดฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (Diphosphorus pentoxide)

5). สารประกอบโคเวเลนต์บางชนิดที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ การเรียกชื่อจะไม่เป็นตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

เช่น HCl เรียกว่า ไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride)

H_2S เรียกว่า ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)

H_2O เรียกว่า น้ำ (Water)

NH_3 เรียกว่า แอมโมเนีย (Ammonia)

H_3O^+ เรียกว่า ไฮโดรเนียมไอออน (hydronium ion)

CH_4 เรียกว่า มีเทน (Methane)

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 เรื่อง การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

1. จงเขียนสูตรของสารที่เกิดจากการรวมตัวของอะตอมคู่ต่อไปนี้

1.1) H กับ S _____

1.2) C กับ F _____

1.3) Be กับ Cl _____

1.4) S กับ O _____

1.5) N กับ H _____

2. จงเขียนสูตรสาร โคเวเลนต์จากชื่อต่อไปนี้

สาร	สูตร
2.1) น้ำ	
2.2) แก๊สมีเทน	
2.3) แก๊สคลอรีน	
2.4) แก๊สแอมโมเนีย	
2.5) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	
2.6) เบริลเลียมไดไฮไดรด์	
2.7) ไดคลอรีนมอนอกไซด์	
2.8) ออกซิเจนไดฟลูออไรด์	
2.9) เจอร์มาเนียมเตตระไฮไดรด์	
2.10) เตตระฟอสฟอรัสเคตะออกไซด์	

3. ให้นักเรียนอ่านชื่อสารโคเวเลนต์ต่อไปนี้

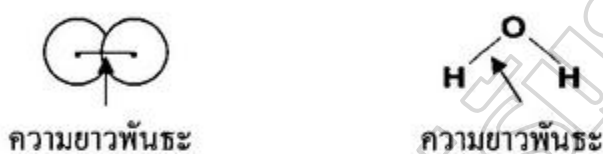
สาร	ชื่อ
1.1) CO	
1.2) CO ₂	
1.3) BF ₃	
1.4) H ₂ S	
1.5) Cl ₂ O ₇	
1.6) HCl	
1.7) SiCl ₄	
1.8) TeF ₆	
1.9) NO	
1.10) NO ₂	
1.11) N ₂ O ₄	
1.12) N ₂ O ₅	

4. จงบอกหลักเกณฑ์การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์โดยสังเขป

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

1. ความยาวพันธะ

หมายถึง ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่เกิดพันธะกัน มีหน่วยเป็นอังสตรอม (Angstrom; Å) โดย $1 \text{ Å} = 100 \text{ pm}$ หรือ 10^{-10} m



ภาพ 8 ความยาวพันธะภายในโมเลกุล

ตาราง 1 ความยาวพันธะระหว่าง O - H ในโมเลกุลของสารต่างชนิดกัน

สาร	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้างแบบเส้น	ความยาวพันธะ O - H (pm)
น้ำ	H_2O		95.8
เมทานอล	CH_3OH		95.6
กรดไนตริก	HNO_2		98.0

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่า ความยาวพันธะ O - H ในโมเลกุลของสารต่างชนิดกันมีค่าต่างกันเล็กน้อย และมีค่าต่างจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น (97 pm) เนื่องจากความยาวพันธะที่ปรากฏในตารางข้อมูลทั่วไปเป็นค่า ความยาวพันธะเฉลี่ย ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 พลังงานพันธะเฉลี่ยและความยาวพันธะเฉลี่ยระหว่างอะตอมคู่ต่าง ๆ

พันธะ	พลังงานพันธะ (kJ/mol)	ความยาวพันธะ (pm)	พันธะ	พลังงานพันธะ (kJ/mol)	ความยาวพันธะ (pm)
C - H	413	108	C - C	348	154
C - Cl	339	177	C = C	614	134
C - Br	285	194	C \equiv C	839	120
C - S	272	182	C - N	305	147
H - H	436	74	C = N	615	130
H - F	567	92	C \equiv N	891	116
H - Cl	431	128	N - N	163	146

การเปลี่ยนแปลงพลังงานในโมเลกุล (ΔH)

ΔH มีเครื่องหมายเป็น (+) แสดงว่า ดูดพลังงาน

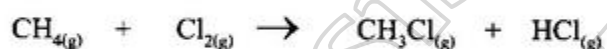
ΔH มีเครื่องหมายเป็น (-) แสดงว่า คายพลังงาน

หลักการคำนวณหาค่าพลังงานของปฏิกิริยา

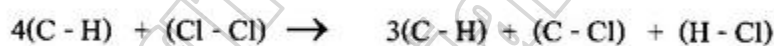
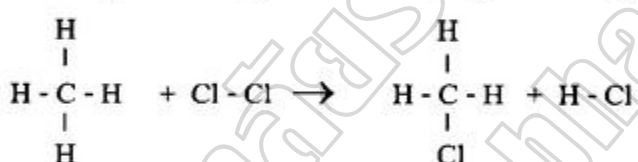
1. เขียนสูตร โครงสร้างแบบเส้นของสารทั้งหมด
2. หาค่าพลังงานรวมทั้งหมดของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์
3. นำมาหาผลต่างของค่าพลังงานรวมทั้งสอง (พลังงานรวมของสารตั้งต้น ลบ พลังงานรวมของสารผลิตภัณฑ์)
4. ถ้าผลต่างเป็นบวก (สารตั้งต้นมากกว่าสารผลิตภัณฑ์) จะเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน
5. ถ้าผลต่างเป็นลบ (สารผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้น) จะเป็นปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน

ขวามาก - คาย ซ้ายมาก - ดูด หรือ สร้าง - คาย สลาย - ดูด

ตัวอย่าง 1 จงคำนวณหาพลังงานพันธะ จากสมการว่า ดูดหรือคายพลังงาน เท่าใด



วิธีทำ



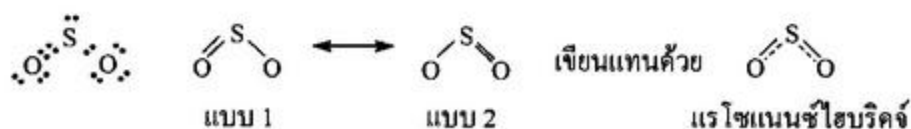
ดังนั้น สลาย _____ kJ < สร้าง _____ kJ

จะคายพลังงาน/ดูดพลังงาน _____ - _____ = _____ kJ

3. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

เรโซแนนซ์ (Resonance) คือ ปรากฏการณ์ที่สารโคจรหนึ่ง เขียนสูตรได้หลายรูปแบบ เนื่องจากพันธะคู่ในโครงสร้างเคลื่อนที่ได้ เรียกว่า เรโซแนนซ์ หรือ เรโซแนนซ์ไฮบริด (Resonance hybrid)

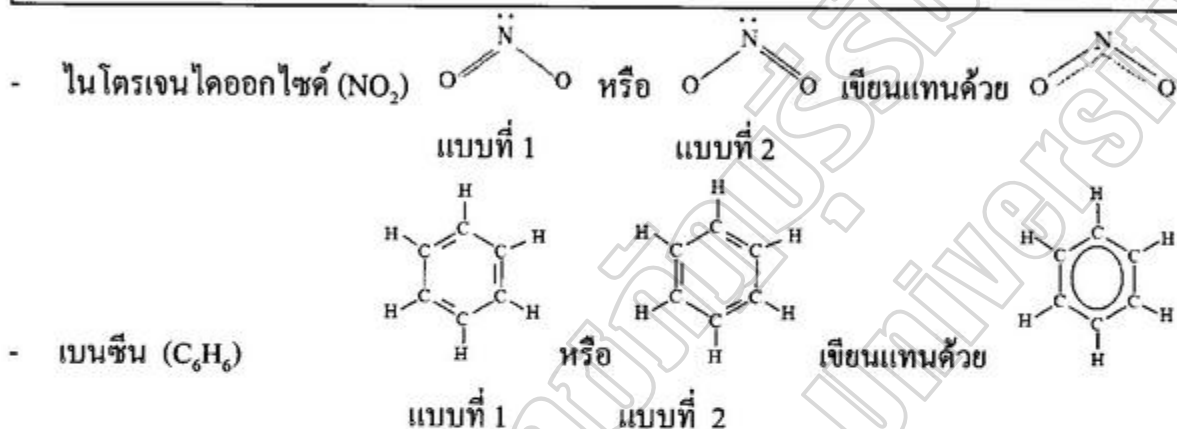
สูตร โครงสร้างของ SO_2 เขียนสูตร โครงสร้างให้เป็นตามกฎออกเตตจะพบว่า SO_2 มีพันธะ S กับ O เป็นพันธะคู่ 1 พันธะ และพันธะเดี่ยว 1 พันธะ ดังนี้



ภาพ 9 ปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ใน โมเลกุล SO_2

จากผลการทดลอง พันธะทั้งสองมีความยาวพันธะเท่ากัน แสดงว่าพันธะระหว่าง S - O เป็นพันธะชนิดเดียวกัน ซึ่งไม่ใช่ทั้งพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ แต่เป็นพันธะผสมระหว่างพันธะทั้งสอง เสมือนว่า S กับ O แต่ละอะตอมใช้อิเล็กตรอนเฉลี่ยร่วมกัน 1.5 คู่ คือ จำนวนอิเล็กตรอนที่ร่วมพันธะทั้ง 3 คู่มียู่ 2 คู่ที่อยู่ระหว่างอะตอมของ S กับอะตอมของ O ทั้งสอง ส่วนที่เหลืออีกคู่หนึ่งจะเคลื่อนที่ไปมาระหว่างอะตอมของ S กับอะตอมของ O ทั้งสองเป็นผลให้ความยาวพันธะทั้งสองเท่ากัน

สารใดเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ได้ จะมีความเสถียรมาก ความยาวพันธะและพลังงานในโมเลกุลจะเท่ากัน



ภาพ 10 สารบางชนิดที่มีโครงสร้างเป็นแบบเรโซแนนซ์

5. จากปฏิกิริยา $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ ระบบนี้คายความร้อน 112 kJ
ถ้าใช้ NO ไป 10 mol จะคายความร้อนไปเท่าใด

6. จงอธิบายความหมายของปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ และพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

7. จงเขียนโครงสร้างเรโซแนนซ์ (Resonance Structure) ของสารต่อไปนี้

1) โอโซน (O_3)

2) คาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-})

3) ซัลเฟอร์ไดรอกไซด์ (SO_2)

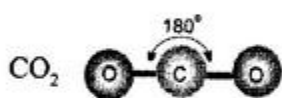
ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

การจัดเรียงอะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุลโคเวเลนต์มีตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอนการทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยใช้แบบจำลองการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่อยู่ในวงเวเลนซ์ (Valence Shell Electron Pair Repulsion Model, VSEPR) พิจารณาจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง ซึ่งจะมีการจัดตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน ซึ่งแรงผลักของอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและคู่ร่วมพันธะรอบอะตอมกลางนั้น จะทำให้เกิดรูปร่างโมเลกุลแตกต่างกัน ดังนี้

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

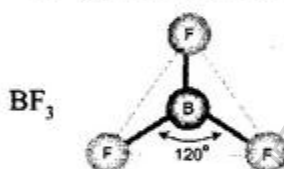
เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอม 2 ชนิด คือ อะตอมกลาง และอะตอมล้อมรอบ โดยที่เวเลนซ์อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางเป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะทั้งหมด

1) รูปร่างเส้นตรง (Linear)



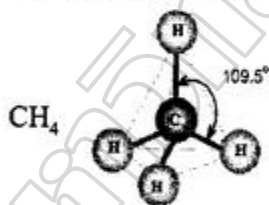
อะตอมกลาง C มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเป็นพันธะคู่ 2 พันธะ ซึ่งจะผลักกันให้ห่างกันมากที่สุด ทำให้โมเลกุลเป็นรูปร่างเส้นตรง มีมุมระหว่างพันธะเป็น 180°

2) รูปร่างสามเหลี่ยมแบนราบ (Trigonal planar)



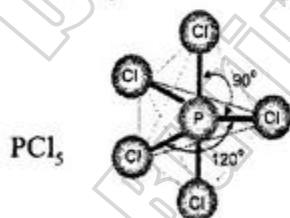
อะตอมกลาง B มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด เกิดการผลักกัน ทำให้โมเลกุลเป็นรูปร่างสามเหลี่ยมแบนราบ มีมุมระหว่างพันธะเป็น 120°

3) รูปร่างทรงสี่หน้า (Tetrahedral)



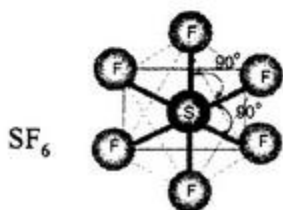
อะตอมกลาง C มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 4 คู่ เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด ผลักกัน ทำให้โมเลกุลเป็นรูปร่างทรงสี่หน้า มีมุมระหว่างพันธะเป็น 109.5°

4) รูปร่างพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม (Trigonal bipyramidal)



อะตอมกลาง P มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 5 คู่ เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด โมเลกุลเป็นรูปร่างพีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม มีมุมระหว่างพันธะเป็น 120° และ 90°

5) รูปร่างทรงแปดหน้า (Octahedral)



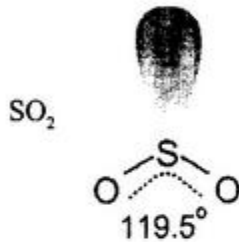
อะตอมกลาง S มีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 6 คู่ เป็นพันธะเดี่ยวทั้งหมด โมเลกุลเป็นรูปร่างทรงแปดหน้า มีมุมระหว่างพันธะเป็น 90°

2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ (bonding electron) และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว (non bonding electron) ซึ่งทั้งสองจะส่งแรงผลักดันกันเรียงตามลำดับดังนี้

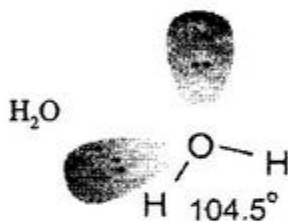
e^- คู่โดดเดี่ยวกับ e^- คู่โดดเดี่ยว $>$ e^- คู่โดดเดี่ยวกับ e^- คู่ร่วมพันธะ $>$ e^- คู่ร่วมพันธะกับ e^- คู่ร่วมพันธะ

1) รูปมุมงอ (Bent หรือ V-shaped)



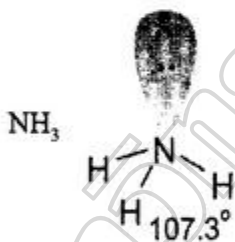
อะตอมกลาง S มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 คู่ เป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ เป็นพันธะคู่ 1 พันธะ พันธะเดี่ยว 1 พันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ แต่เนื่องจากแรงผลักของอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมีค่ามากทำให้มุมระหว่างพันธะ O-S-O ลดจาก 120° เหลือ 119.5° เป็น รูปมุมงอ

2) รูปมุมงอ (Bent หรือ V-shaped)



อะตอมกลาง O มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 คู่ เป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 2 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่ คล้ายทรงสี่หน้า แต่เนื่องจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของ O ทั้ง 2 คู่เกิดแรงผลักมากกว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ทำให้มุมระหว่างพันธะ H-O-H มีมุมลดลงเหลือ 105° เป็น รูปมุมงอหรือ รูปตัววี

3) รูปร่างพีระมิดฐานสามเหลี่ยม (Trigonal pyramidal)





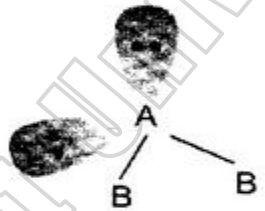
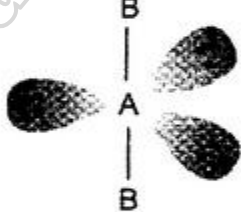
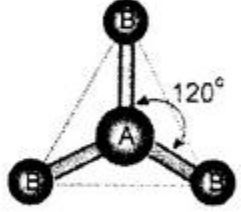
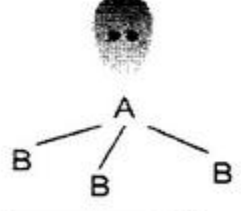
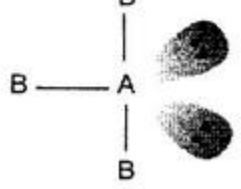
อะตอมกลาง N มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 4 คู่ เป็นอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ 3 คู่ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ คล้ายทรงสี่หน้า แต่เนื่องจากแรงผลักของอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวมีค่ามากทำให้มุมระหว่างพันธะ H-N-H ลดลงเหลือ 107° เป็น รูปร่างพีระมิดฐานสามเหลี่ยม

จากการศึกษาตัวอย่างข้างต้น หากพิจารณาโมเลกุลโดยใช้แบบจำลอง VSEPR โดยกำหนดให้โมเลกุลมีสูตรทั่วไปเป็น AB_xE_y

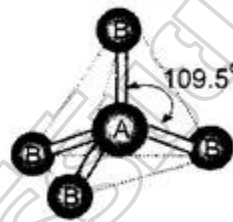
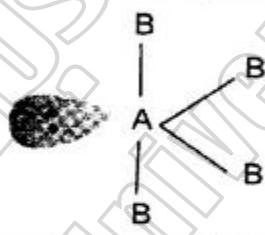
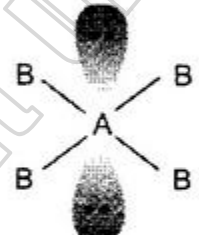
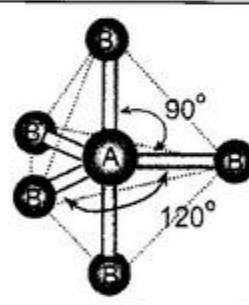
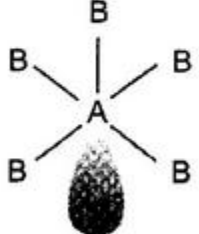
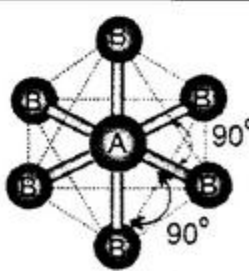
เมื่อ	A	แทน	อะตอมกลาง
	B	แทน	อะตอมล้อมรอบ
	E	แทน	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว
	x	แทน	จำนวนอะตอมล้อมรอบ
	y	แทน	จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่อยู่รอบอะตอมกลาง

จึงทำให้สามารถจำแนกรูปร่างโมเลกุลได้ดังนี้

ตาราง 3 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ตามแบบจำลอง VSEPR

จำนวนอะตอมล้อมรอบ	จำนวน e^- คู่โดดเดี่ยว	สูตรโมเลกุล	รูปร่างโมเลกุล	ตัวอย่าง	
2	0	AB_2	เส้นตรง		$BeCl_2, CO_2$
2	1	AB_2E	มุมงอ		SO_2, O_3
2	2	AB_2E_2	มุมงอ		H_2O, H_2S
2	3	AB_2E_3	เส้นตรง		XeF_2
3	0	AB_3	สามเหลี่ยมแบนราบ		$BF_3, CH_2O, SO_3, COCl_2$
3	1	AB_3E	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม		NH_3, PCl_3
3	2	AB_3E_2	รูปตัว T		ClF_3

ตาราง 3 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ตามแบบจำลอง VSEPR (ต่อ)

จำนวนอะตอมล้อมรอบ	จำนวน e^- คู่โดดเดี่ยว	สูตรโมเลกุล	รูปร่างโมเลกุล	ตัวอย่าง
4	0	AB_4	ทรงเหลี่ยมสี่หน้า 	$CH_4, CCl_4,$ $SiH_4, CeCl_4$
4	1	AB_4E_1	ทรงสี่หน้าบิดเบี้ยว 	SF_4, XeO_2F_2
4	2	AB_4E_2	สี่เหลี่ยมแบนราบ (square planar) 	XeF_4
5	0	AB_5	พีระมิดฐานสามเหลี่ยม 	PCl_5, PF_5
5	1	AB_5E_1	พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม 	$BrF_5, SF_5,$
6	0	AB_6	ทรงเหลี่ยมแปดหน้า 	SF_6, SCl_6

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 4 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

1. จงเขียนสูตรทั่วไปในรูป AB_xE_y ของสารประกอบโคเวเลนต์ต่อไปนี้

- | | | | |
|-------------|-------|-----------------|-------|
| 1) $BeCl_2$ | _____ | 7) H_3O^+ | _____ |
| 2) BF_3 | _____ | 8) NF_3 | _____ |
| 3) CH_4 | _____ | 9) $AlCl_3$ | _____ |
| 4) ClF_3 | _____ | 10) SO_4^{2-} | _____ |
| 5) NCl_3 | _____ | 11) PO_4^{3-} | _____ |
| 6) NH_4^+ | _____ | 12) CH_2O | _____ |

2. จงเขียนสูตรทั่วไปของรูปร่างโมเลกุล ในรูป AB_x พร้อมทั้งบอกรูปร่างโมเลกุล และมุมระหว่างพันธะของสาร

สาร	สูตรทั่วไป (AB_x)	รูปร่างโมเลกุล	มุมพันธะ
1. $SiCl_4$			
2. CO_2			
3. SF_6			
4. $AsCl_3$			
5. CH_2O			
6. NH_4^+			
7. CH_2Cl_2			
8. HCN			
9. SO_4^{2-}			
10. CO_3^{2-}			

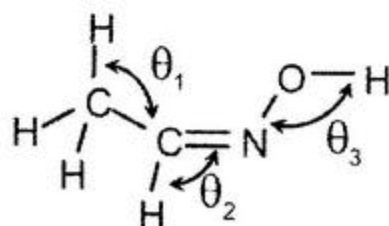
3. จงเปรียบเทียบมุมพันธะของ CS_2 , BF_3 , AsF_3 , CCl_4 _____

4. จงเขียนสูตรทั่วไปของรูปร่างโมเลกุล ในรูป AB_xE_y บอกรูปร่างโมเลกุลและบอกมุมระหว่างพันธะ

สาร	สูตรทั่วไป (AB_xE_y)	รูปร่างโมเลกุล	มุมพันธะ
1. O_3			
2. IF_5			
3. SCl_2			
4. ICl_4^-			
5. $TeCl_4$			
6. Cl_3^-			
7. XeF_2			
8. BrF_5			
9. ICl_3			
10. AsF_3			
11. H_3O^+			
12. SO_4^{2-}			

5. จงเปรียบเทียบมุมพันธะของ NF_3 , ClF_3 , H_2S

6. จงทำนายมุมพันธะระหว่างพันธะ θ_1 , θ_2 และ θ_3 ของสารที่มีสูตรโครงสร้างต่อไปนี้



$$\theta_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\theta_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\theta_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

7. จงตัดกระดาษตามรูปที่กำหนดให้ สร้างเป็นโมเดลรูปร่างโมเลกุล โคเวเลนต์
ระบายนี พร้อมทั้งเติมข้อมูลดังต่อไปนี้

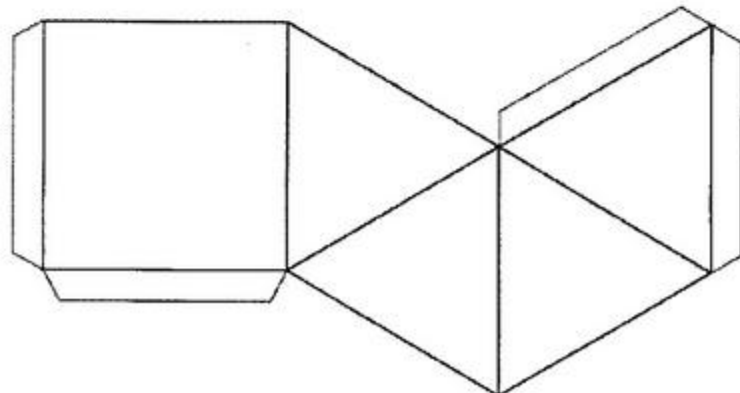
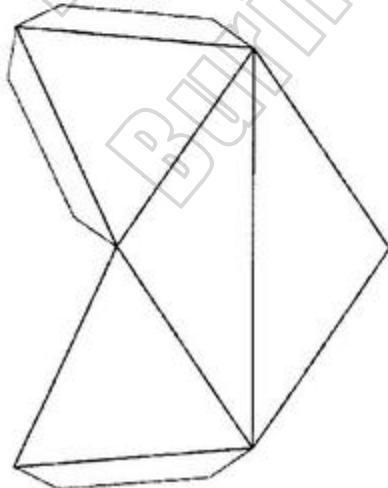
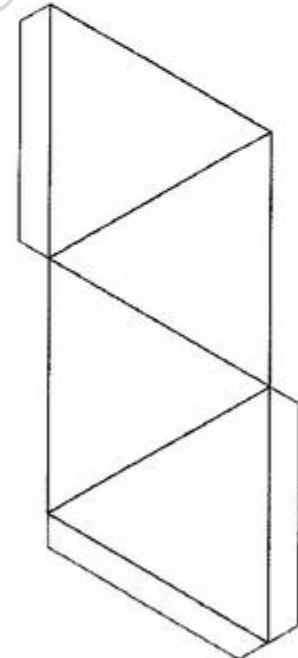
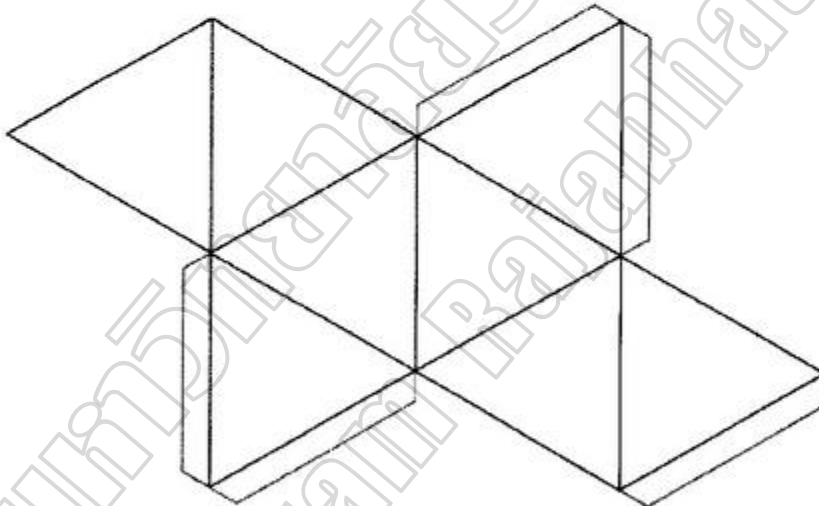
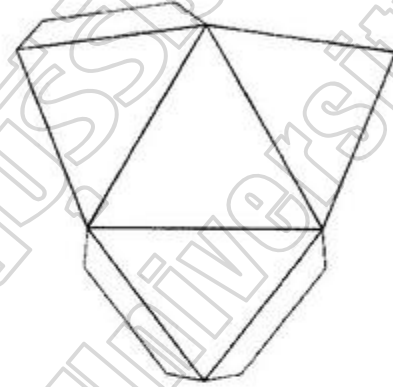
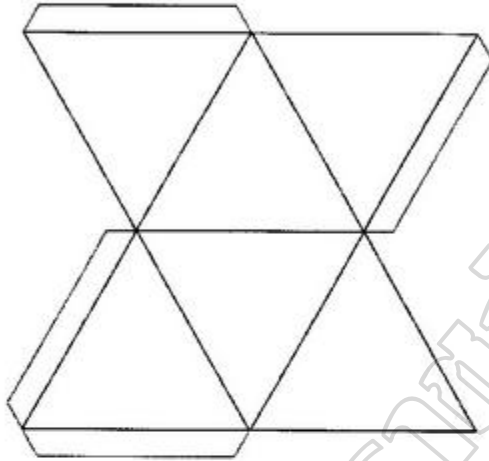
7.1 ชื่อรูปร่างโมเลกุล

7.2 สูตรทั่วไป

7.3 มุมพันธะ

7.4 ยกตัวอย่าง จำนวน 2 ตัวอย่าง

สนุกจังเลยค่ะ...
สามารถร้อยต่อกันเป็นเส้นได้นะคะ



ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง สภาพขั้วและแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลโคเวเลนต์

1. สภาพขั้ว

สภาพขั้วของพันธะ เกิดจากการกระจายตัวของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ซึ่งมีผลมาจากค่าความสามารถในการดึงคู่อิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันใน โมเลกุล(Electronegativity, EN)

ตาราง 4 ความสามารถในการดึงคู่อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะของธาตุ

Electronegativity																	
1		2		3		4		5		6		7		8			
H		Li		Be		B		C		N		O		F			
2.1		1.0		1.6		2.0		2.5		3.0		3.5		4.0			
Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar			
0.9		1.3		1.6		1.9		2.2		2.5		3.0		3.5			
K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe			
0.8		1.3		1.4		1.5		1.6		1.7		1.8		1.8			
Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru			
0.8		1.0		1.2		1.3		1.6		2.2		2.1		2.2			
Cs		Ba		La		Hf		Ta		W		Re		Os			
0.8		0.9		1.1		1.3		1.5		1.7		1.9		2.2			
Fr		Ra		Ac		Rf		Db		Sg		Bh		Hs			
0.7		0.9		1.1		--		--		--		--		--			

การศึกษาสาร โคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมชนิดเดียวกัน เช่น H_2 พบว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ จะกระจายอยู่รอบอะตอมทั้งสองเท่ากัน พันธะที่เกิดขึ้น เรียก พันธะโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว ส่วนสารโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมต่างชนิดกัน และมีค่า EN เช่น HCl จะมีอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะอยู่บริเวณอะตอม Cl มากกว่า อะตอม H เพราะ Cl มีค่า EN มากกว่า H ทำให้อะตอม Cl แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวก พันธะที่เกิดขึ้น เรียก พันธะโคเวเลนต์มีขั้ว พันธะที่มีผลต่างค่า EN (ΔEN) มาก จะมีสภาพของขั้วพันธะมาก เช่น สภาพขั้วของพันธะ $HF > HCl > HBr > HI$ เป็นต้น

สารโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมชนิดเดียวกัน



ไม่แสดงขั้วไฟฟ้าบนพันธะด้านใดด้านหนึ่ง
เรียก พันธะไม่มีขั้ว

สารโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมต่างชนิดกัน



แสดงขั้วไฟฟ้าบวกที่ H แสดงขั้วไฟฟ้าลบที่ Cl
เรียก พันธะมีขั้ว

การแสดงขั้วพันธะ

1) ใช้สัญลักษณ์ คือ δ (เคลด้า)

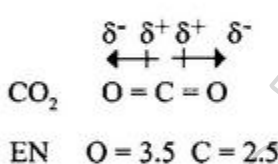
- อะตอมที่มีค่า EN มากจะสามารถดึงคู่อิเล็กตรอนได้มาก สภาพขั้วเป็นลบ (δ^-)
- อะตอมที่มีค่า EN น้อย ดึงคู่อิเล็กตรอนได้น้อย สภาพขั้วเป็นบวก (δ^+)

2) ใช้เครื่องหมาย \rightarrow โดยให้หัวลูกศรชี้ไปในทิศของอะตอมที่แสดงอำนาจค่อนข้างลบอยู่ ส่วนท้ายลูกศรที่มีลักษณะคล้ายเครื่องหมายบวกให้อยู่บริเวณอะตอมที่แสดงอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวก

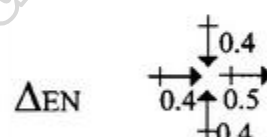
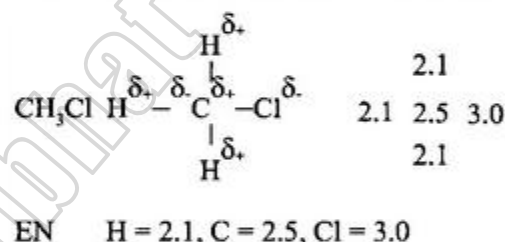
สภาพขั้วของโมเลกุล สำหรับโมเลกุลอะตอมคู่ที่ประกอบด้วยธาตุชนิดเดียวกัน พันธะที่เกิดขึ้นจะเป็นพันธะไม่มีขั้ว เกิดเป็น โมเลกุลไม่มีขั้ว ส่วน โมเลกุลอะตอมคู่ที่ประกอบด้วยธาตุต่างชนิดกัน พันธะที่เกิดขึ้นจะเป็นพันธะมีขั้ว เกิดเป็น โมเลกุลมีขั้วเช่นกัน

กรณีโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่า 2 อะตอม และพันธะระหว่างคู่อะตอมเป็นพันธะมีขั้ว จะต้องพิจารณาจากความสามารถหักล้างกันของสภาพขั้วของพันธะรอบอะตอมกลาง และรูปร่างโมเลกุลประกอบด้วย

สารโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมชนิดเดียวกัน



สารโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมต่างชนิดกัน



เป็น โมเลกุลมีขั้ว

สรุป สภาพขั้วพันธะ 1. อะตอมชนิดเดียวกันเป็นพันธะไม่มีขั้ว

2. อะตอมต่างชนิดกันเป็นพันธะมีขั้ว

สภาพขั้วโมเลกุล 1. มีเฉพาะพันธะไม่มีขั้ว เป็น โมเลกุลไม่มีขั้ว เช่น H_2 , O_2 , N_2

2. โมเลกุลที่มีพันธะมีขั้วต้องพิจารณาทิศทางขั้วพันธะรอบอะตอมกลาง

- ถ้าหักล้างกันหมด โมเลกุลไม่มีขั้ว เช่น BeCl_2 , BF_3 , CH_4

- ถ้าหักล้างกัน ไม่หมด โมเลกุลมีขั้ว เช่น CHCl_3 , CH_2Cl_2 , CH_3Cl

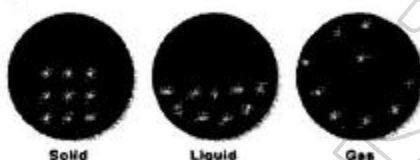
- ถ้าอะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเหลือ โมเลกุลมีขั้ว เช่น H_2O , NH_3

สภาพขั้วของโมเลกุล ส่งผลต่อสมบัติการละลายของสาร โดยโมเลกุลที่มีขั้วสามารถละลายในตัวทำละลายที่โมเลกุลมีขั้วได้ และ โมเลกุลที่ไม่มีขั้วสามารถละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วได้

2. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

สารโคเวเลนต์มีทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊สที่อุณหภูมิห้อง สารต่าง ๆ จะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมของแต่ละโมเลกุล ที่เรียกว่า แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เมื่อให้ความแก่สารจนถึงจุดหลอมเหลวหรือจุดเดือด อุณหภูมิของสารจะมีพลังงานสูงพอที่จะหลุดออกจากกันและเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะได้ ทำให้เราทราบว่า

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค : ของแข็ง > ของเหลว > แก๊ส



ภาพ 11 แสดงการจัดเรียงอนุภาคในสสาร ซึ่งมีผลจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมากจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ

จุดเดือดของสาร : ของแข็ง > ของเหลว > แก๊ส

ตาราง 4 จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของแก๊สมีตระกูลและสารโคเวเลนต์บางชนิด

สารโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว				สารโคเวเลนต์มีขั้ว			
สาร	มวล โมเลกุล	จุด หลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	สาร	มวล โมเลกุล	จุด หลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
He	4	-272	-269	NH ₃	17	-78	-33
Ne	20	-249	-246	PH ₃	34	-133	-88
Ar	40	-189	-186	AsH ₃	78	-116	-55
Kr	84	-157	-152	SbH ₃	125	-88	-17
F ₂	38	-220	-188	H ₂ O	18	0	100
Cl ₂	72	-101	-35	H ₂ S	34	-86	-60
Br ₂	160	-7	59	H ₂ Se	81	-64	-41
I ₂	254	114	184	H ₂ Te	130	-49	-2
CH ₄	16	-182	-161	HF	20	-83	19
SiH ₄	32	-185	-112	HCl	36.5	-114	-85
GeH ₄	77	-165	-88	HBr	81	-87	-67
SnH ₄	123	-150	-52	HI	128	-51	-35

หากพิจารณา แก๊สเฉื่อยและสารโคเวเลนต์ที่ไม่มีขั้ว จะพบว่า ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำมาก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามขนาดโมเลกุลหรือมวลโมเลกุล แสดงว่าโมเลกุลของสารยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงอย่างอ่อน ที่เรียกว่า แรงลอนดอน แรงชนิดนี้เกิดจากการกระจายของอิเล็กตรอนในอะตอมขณะใดขณะหนึ่งซึ่งอาจไม่เท่ากัน ทำให้เกิดมีขั้วขึ้นขณะหนึ่ง และเหนี่ยวนำให้โมเลกุลที่อยู่ใกล้กันเกิดเป็น โมเลกุลมีขั้วขึ้นอีกและเกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน

นอกจากนี้ ยังมีแรงดึงดูดที่เกิดจากอะตอมที่มีอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างบวกกับอะตอมที่มีอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างลบ ของ โมเลกุลที่อยู่ใกล้กันจะดึงดูดกันด้วย แรงดึงดูดระหว่างขั้ว ทำให้โมเลกุลยึดเหนี่ยวกันมากขึ้น ขนาดของแรงดึงดูดขึ้นอยู่กับความแรงของสภาพขั้ว หรือความแตกต่างของค่า EN ของธาตุใน โมเลกุล

แรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุล โคเวเลนต์มีขั้วซึ่งมีทั้งแรงลอนดอนและแรงดึงดูดระหว่างขั้วนั้น รวมเรียกว่า **แรงแวนเดอร์วาลส์**

แรงดึงดูดระหว่างขั้วอีกชนิดหนึ่งที่มีความแข็งแรงมากกว่าแรงแวนเดอร์วาลส์ คือ **พันธะไฮโดรเจน** ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลที่เกิดจากอะตอมไฮโดรเจนกับอะตอมที่มีขนาดเล็ก และมีอิเล็กโตรเนกาติวิตี(EN)สูง เช่น F O N แรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลมีขั้วนี้จะมีความแข็งแรงมากกว่าดึงดูดระหว่างขั้วทั่วไปประมาณ 5 - 10 เท่า โมเลกุลโคเวเลนต์ที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจน เช่น H_2O HF NH_3 CH_3OH CH_3COOH

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล มี 3 ชนิด

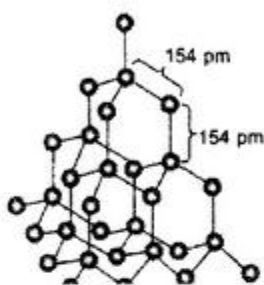
1. **แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals' force)**

- 1) แรงลอนดอน (London force หรือ dispersion force) เป็นแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันอย่างอ่อน เป็นแรงมีในทุกโมเลกุลโคเวเลนต์ เช่น F_2 Cl_2 CH_4
- 2) แรงดึงดูดระหว่างขั้ว (Dipole-dipole force) เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลมีขั้ว เช่น H_2S , PCl_3 , HF , BiH_3 , NCl_3

2. **พันธะไฮโดรเจน(Hydrogen bond) แรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลที่เกิดจากอะตอม H กับธาตุที่มีขนาดเล็กและมีอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง เช่น น้ำ (H_2O), ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF), แอมโมเนีย (NH_3), เมทานอล (CH_3OH), เอทานอล (CH_3CH_2OH), กรดอะซิติก (CH_3COOH)**

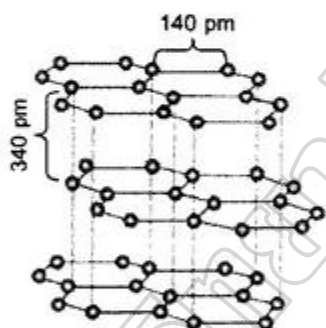
3. สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย

สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดเล็ก มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ แต่มีสารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงมาก เนื่องจากอะตอมในโมเลกุลสร้างพันธะโคเวเลนต์ยึดเหนี่ยวกันทั้งสามมิติ เกิดเป็นโครงสร้างคล้ายตาข่าย เช่น



ภาพ 13 โครงสร้างภายในโมเลกุลของเพชร

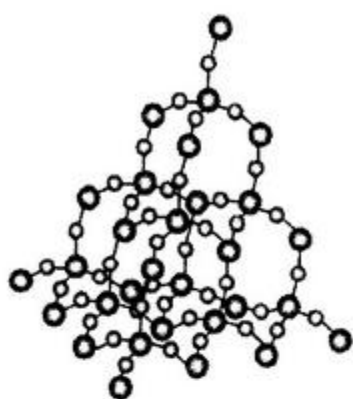
เพชร เป็นอัญมณีรูปหนึ่งของคาร์บอน คาร์บอนแต่ละอะตอมใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดสร้างพันธะโคเวเลนต์กับอะตอมอีก 4 อะตอม ที่อยู่ล้อมรอบ เพชรจึงไม่นำไฟฟ้า มีความยาวพันธะ C - C เท่ากับ 154 pm การจัดอะตอมในผลึกเพชรคล้ายตาข่ายโยงกันทั้ง 3 มิติ เป็นผลให้อะตอมของคาร์บอนยึดกันไว้นาน เพชรจึงมีความแข็งสูงกว่าอัญมณีรูปอื่นของคาร์บอน มีจุดหลอมเหลวสูงถึง $3,550^{\circ}\text{C}$ และมีจุดเดือดสูงมากถึง $4,830^{\circ}\text{C}$



ภาพ 14 โครงสร้างภายในโมเลกุลของแกรไฟต์

แกรไฟต์ เป็นอีกอัญมณีรูปหนึ่งของคาร์บอน แต่มีโครงสร้างต่างจากเพชร คือ มีการจัดเรียงอะตอมคาร์บอนเป็นชั้น ๆ สร้างพันธะโคเวเลนต์ต่อกันเป็นวง วงละ 6 อะตอม ค่อเนื่องกันอยู่ในระนาบเดียวกัน พันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนที่อยู่ในชั้นเดียวกัน มีความยาว 140 pm ซึ่งเป็นความยาวระหว่างพันธะเดี่ยว C - C ที่มีความยาวพันธะ 154 pm กับพันธะคู่ C = C ที่มีความยาวพันธะ 134 pm แสดงว่าอะตอมคาร์บอนในชั้นเดียวกันของแกรไฟต์ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะที่มีความยาวอยู่ระหว่างพันธะเดี่ยวกับพันธะคู่ ส่วนคาร์บอนแต่ละชั้นจะอยู่ห่างกัน 340 pm การจัดอะตอมเป็น โครงผลึกวางตาข่ายจึงส่งผลให้อะตอมคาร์บอนยึดเหนี่ยวกันแน่น มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง

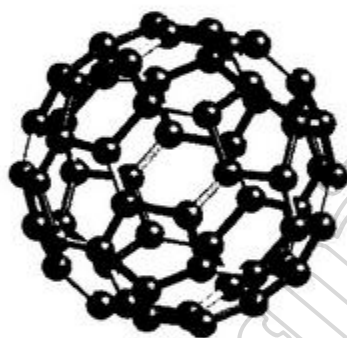
คาร์บอนแต่ละอะตอมจะสร้างพันธะกับคาร์บอน 3 อะตอมที่อยู่ใกล้เคียงกัน จึงมี 1 อิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ไปทั่วภายในชั้น ด้วยเหตุนี้ แกรไฟต์จึงนำไฟฟ้าได้ดีเฉพาะภายในชั้นเดียวกัน จากการที่แต่ละชั้นของคาร์บอนในแกรไฟต์อยู่ห่างกัน 340 pm ซึ่งมีค่ามากกว่าความยาวของพันธะเดี่ยวระหว่างคาร์บอน แสดงว่าคาร์บอนอะตอมระหว่างชั้น ไม่ได้สร้างพันธะโคเวเลนต์กัน และมีแรงยึดเหนี่ยวกันที่ไม่แข็งแรงเท่ากับพันธะโคเวเลนต์ในชั้นเดียวกัน แกรไฟต์จึงเลื่อนไถลไปตามชั้นได้ง่าย ทำให้มีสมบัติในการหล่อลื่นได้ดี เราจึงใช้แกรไฟต์ทำไส้ดินสอดำ เป็นสารหล่อลื่น สีผ้าหมึก สำหรับเครื่องพิมพ์ดีดและเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์



● ซิลิคอน ○ ออกซิเจน

ภาพ 15 โครงสร้างภายใน
โมเลกุลของซิลิกา

ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO_2) หรือ ซิลิกา เป็นโครงผลึก
โคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย อะตอมของซิลิคอน
จัดเรียงตัวเหมือนคาร์บอนในเพชร แต่มีออกซิเจนคั่นอยู่ระหว่าง
อะตอมของซิลิคอนแต่ละคู่ ผลึกซิลิคอนไดออกไซด์จึงมีจุด
หลอมเหลวสูงถึง $1,730^\circ\text{C}$ และมีความแข็งสูง พบในธรรมชาติเช่น
ควอตซ์ ไตรดีไมต์ และคริสโตบาไลต์ ใช้เป็นวัสดุฉนวนในการทำแก้ว
ส่วนประกอบของนาฬิกาควอตซ์ ใยแก้วนำแสง (optical fiber)
สารประกอบอื่น ๆ ของซิลิคอนที่มีโครงสร้างเป็นโครงผลึกร่างตาข่าย
ได้แก่ ซิลิคอนคาร์ไบด์ (SiC) หรือคาร์โบรันดัม มีจุดหลอมเหลวสูงถึง
 $2,700^\circ\text{C}$ มีความแข็งมาก ใช้ทำเครื่องมือ บด หินลับมีด



ภาพ 16 โครงสร้างภายใน
โมเลกุลของฟูลเลอร์รีน

ฟูลเลอร์รีน ในโมเลกุลที่เล็กที่สุดของฟูลเลอร์รีนจะ
ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอน 60 อะตอม (C_{60}) อะตอมเหล่านี้จะเกาะ
กันเป็นรูปห้าเหลี่ยม 12 รูป และ หกเหลี่ยม 20 รูป แล้วสานกันเป็น
ก้อนกลมคล้ายลูกบอล (Buckyball) ฟูลเลอร์รีนไม่นำไฟฟ้า แต่สามารถ
รับอิเล็กตรอนแล้วกลายเป็น ไอออนลบเมื่อรวมตัวกับ โลหะอัลคาไลน์
เช่น โพแทสเซียมเกิดสารประกอบ $\text{K}_3^+\text{C}_{60}^{3-}$ ซึ่งมีสมบัติเป็นตัวนำ
ยิ่งยวด นอกจากนี้ C_{60} ยังใช้ในอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ และใช้เป็น
เชื้อเพลิงในจรวด เพราะเผาไหม้ให้พลังงานมากกว่าน้ำมัน

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 5 เรื่อง สภาพขั้วและแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลโคเวเลนต์

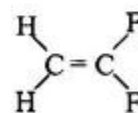
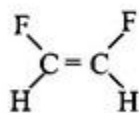
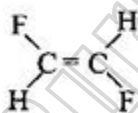
1. จงเขียนสัญลักษณ์ δ^+ และ δ^- แสดงสภาพขั้วของพันธะต่อไปนี้



2. จงทำนายว่าโมเลกุลต่อไปนี้ มีขั้วหรือไม่ และมีทิศทางของขั้วโมเลกุลอย่างไร

สาร	สูตรทั่วไป (AB_xE_y)	รูปร่างโมเลกุล	ความมีขั้ว	ทิศทาง
1. HI				
2. Br ₂				
3. OF ₂				
4. AsF ₅				
5. SF ₆				
6. HCN				
7. $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$				

3. จงอธิบายว่าโมเลกุล $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_2$ ที่มีโครงสร้างต่อไปนี้ เป็นโมเลกุลมีขั้วหรือไม่มีขั้วและมีทิศทางของขั้วเหมือนกันหรือไม่อย่างไร



4. จงบอกชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลของสารที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1) C_2H_6 _____

2) H_2Se _____

3) HBr _____

4) CO_2 _____

5) $HCOOH$ _____

6) CH_3OH _____

5. CO_2 มีมวลโมเลกุลสูงกว่า H_2O แต่มีจุดเดือดต่ำกว่า เพราะเหตุใด

6. กำหนดตารางแสดงจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารดังนี้

สาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}C$)	จุดเดือด ($^{\circ}C$)
เอทานอล (C_2H_5OH)	-114.1	78.3
เมทอกซีมีเทน (CH_3OCH_3)	-138.1	-23.0

สารใดมีแรงดึงดูดระหว่าง โมเลกุลแบบพันธะไฮโดรเจนด้วย เพราะเหตุใด

7. จงบอกความแตกต่างของสารประกอบโคเวเลนต์และ โครงผลึกράงดาข่าย

8. จงให้เหตุผลว่า ทำไมแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ แต่เพชรไม่นำไฟฟ้า

ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก

1. การเกิดพันธะไอออนิก

โลหะส่วนใหญ่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำ โลหะจึงเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนเกิดไอออนบวกได้ง่าย ส่วนอโลหะส่วนใหญ่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันสูง และค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอนสูง จึงเสียอิเล็กตรอนได้ยากกว่าโลหะ

พันธะไอออนิกเป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ โดยไอออนบวกอาจเกิดจากธาตุโลหะหรือกลุ่มไอออนบวก และไอออนลบอาจเกิดจากธาตุอโลหะหรือกลุ่มไอออนลบ ดังนั้นสารประกอบที่เกิดจากไอออนยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิก เรียกว่า สารประกอบไอออนิก

เช่น การเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ซึ่งประกอบด้วยไอออนของธาตุโซเดียมและธาตุคลอรีน โซเดียมมีเลขอะตอม 11 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ส่วนคลอรีนมีเลขอะตอม 17 มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 7 การที่โซเดียมจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตตนั้น โซเดียมจะต้องเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน กลายเป็นโซเดียมไอออน (Na^+) ซึ่งมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนกับธาตุนีออน ดังนี้

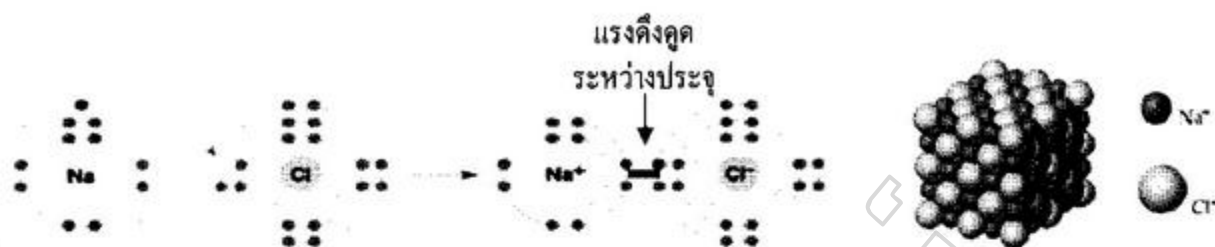


ส่วนการที่คลอรีนจะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต ได้นั้น คลอรีนต้องรับอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน กลายเป็น คลอไรด์ไอออน (Cl^-) ซึ่งมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนธาตุนีออน ดังนี้



เมื่อโลหะโซเดียมทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน จะเกิดการให้และรับอิเล็กตรอนระหว่างอะตอมทั้งสอง เกิดเป็นโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออน ไอออนทั้งสองจะยึดกันด้วยพันธะไอออนิก แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโซเดียมไอออนกับคลอไรด์ไอออน จะเกิดอย่างต่อเนื่อง จนเกิดเป็นโครงผลึกขนาดใหญ่ของสารประกอบโซเดียมคลอไรด์

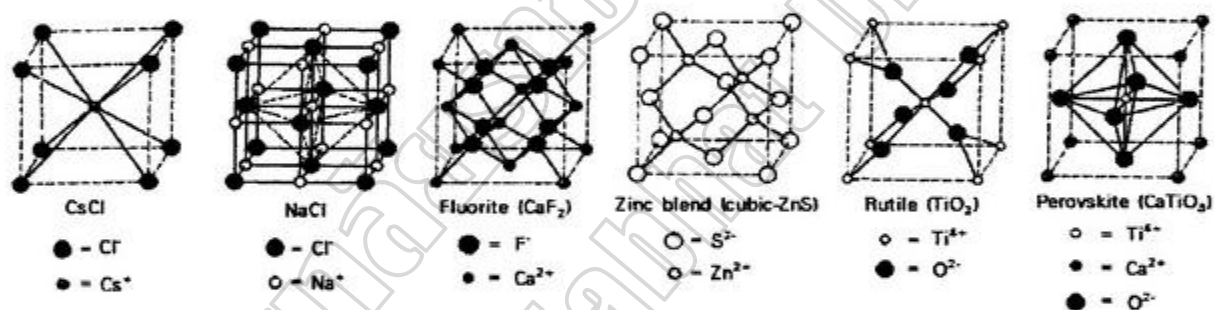




ภาพ 17 การเกิดสารประกอบไอออนิกและโครงผลึกโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

2. โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

ผลึกสารประกอบไอออนิกมีรูปร่างเป็นรูปลูกบาศก์ที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบเรียงสลับกันเป็นสามมิติแบบต่าง ๆ ไม่สามารถแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวได้ ดังนั้น จึงไม่สามารถทราบขอบเขตของไอออนของธาตุต่าง ๆ ใน 1 โมเลกุลได้ แต่สามารถหาออกมาได้ในรูปอัตราส่วนอย่างต่ำของไอออนที่เป็นองค์ประกอบเท่านั้น จึงมีแต่สูตรอย่างง่าย(สูตรเอมพิริกัล) ไม่มีสูตรโมเลกุล จึงใช้สูตรอย่างง่ายแทนสูตรเคมีของสารประกอบไอออนิก ซึ่งมีการจัดเรียงตัวแตกต่างกัน ดังภาพที่ 17



ภาพ 18 ตัวอย่างโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกอื่น ๆ

1) โครงสร้างแบบซีเซียมคลอไรด์ (CsCl)

Cs^+ แต่ละไอออนมี Cl^- ห้อมล้อมและสัมผัส 8 ไอออน Cl^- มี Cs^+ ห้อมล้อมและสัมผัส 8 ไอออน เช่นกัน จึงมีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Cs^+ กับ Cl^- เป็น 1 : 1

2) โครงสร้างแบบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

Na^+ และ Cl^- จัดเรียงสลับกันไปทั้งสามมิติ โดยที่ Na^+ จะถูกล้อมรอบด้วย Cl^- 6 ไอออน และ Cl^- จะถูกล้อมรอบด้วย Na^+ 6 ไอออน จึงมีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Na^+ กับ Cl^- เป็น 1 : 1

3) โครงสร้างแบบแคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF₂)

Ca^{2+} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย F^- 8 ไอออนและ F^- แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Ca^{2+} 4 ไอออน มีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Ca^{2+} กับ F^- เป็น 1 : 2

4) โครงสร้างแบบซิงค์เบลน (ZnS)

Zn^{2+} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย S^{2-} 4 ไอออนและ S^{2-} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Zn^{2+} 4 ไอออน มีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Zn^{2+} กับ S^{2-} เป็น 1 : 1

5) โครงสร้างแบบรูไทด์ (TiO_2)

Ti^{4+} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย O^{2-} 6 ไอออนและ O^{2-} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Ti^{4+} 3 ไอออน มีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Ti^{4+} กับ O^{2-} เป็น 1 : 2

6) โครงสร้างแบบเพอร์ลอฟสไกต์ (CaTiO_3)

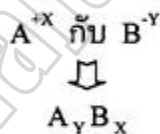
Ti^{4+} 1 ไอออน จะถูกล้อมรอบด้วย O^{2-} 3 ไอออน และ Ca^{2+} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย O^{2-} 3 ไอออน และ O^{2-} แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Ca^{2+} 1 ไอออน และ Ti^{4+} 1 ไอออน และมีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Ca^{2+} กับ Ti^{4+} กับ O^{2-} เป็น 1 : 1 : 2

3. การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

เนื่องจากสารประกอบไอออนิกมีลักษณะการสร้างพันธะต่อเนื่องกันเป็นผลึก ไม่ได้อยู่ในลักษณะของโมเลกุลเหมือนในสารประกอบโคเวเลนต์ ดังนั้นสารประกอบไอออนิกจึงไม่มีสูตรโมเลกุลที่แท้จริง แต่จะเขียนสูตรเพื่อแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น Na อย่างน้อยที่สุด 1 อะตอม และ Cl อย่างน้อยที่สุด 1 อะตอม จึงสามารถเขียนสูตรได้เป็น NaCl

การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก

- 1) ธาตุโลหะจะเป็นไอออนบวก ธาตุอโลหะจะเป็นไอออนลบ
- 2) เขียนธาตุหรือกลุ่มของอะตอมที่เป็น ไอออนบวกตามด้วยธาตุหรือกลุ่มที่เป็น ไอออนลบ
- 3) พิจารณาค่าประจุของประจุไอออนบวกและ ไอออนลบ เนื่องจากประจรรวมต้องเท่ากับศูนย์ โดยการคูณไขว้



เช่น	Mg กับ Cl	$\Rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cl}^-$	$\Rightarrow \text{MgCl}_2$	แมกนีเซียมคลอไรด์
	Al กับ OH	$\Rightarrow \text{Al}^{3+} + \text{OH}^-$	$\Rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$	อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์
	Fe กับ SO_4^{2-}	$\Rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{SO}_4^{2-}$	$\Rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	ไอร์ออน(III)ซัลเฟต
	Pb กับ O	$\Rightarrow \text{Pb}^{2+} + \text{O}^{2-}$	$\Rightarrow \text{PbO}$	เลด(II)ออกไซด์

การอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก

1) เริ่มจากการอ่านชื่อธาตุไอออนบวก (ธาตุโลหะ) ก่อน ถ้าเป็นไอออนบวกที่มีเลขออกซิเดชันหลายค่า ได้แก่ ธาตุโลหะทรานซิชัน ให้เรียกชื่อไอออนบวกก่อนตามด้วยเลขประจุของไอออนบวก ยกเว้น ธาตุ Ag และธาตุ Zn มีเลขออกซิเดชันค่าเดียว ดังตัวอย่างเช่น

H^+	ไฮโดรเจนไอออน	Li^+	ลิเทียมไอออน
Na^+	โซเดียมไอออน	K^+	โพแทสเซียมไอออน
Ca^{2+}	แคลเซียมไอออน	Mg^{2+}	แมกนีเซียมไอออน
Al^{3+}	อะลูมิเนียมไอออน	Ag^+	ซิลเวอร์ไอออน
NH_4^+	แอมโมเนียมไอออน	Co^{3+}	โคบอลต์(III) ไอออน
Cu^+	คอปเปอร์(I) ไอออน	Cu^{2+}	คอปเปอร์(II) ไอออน
Fe^{2+}	ไอร์ออน(II) ไอออน	Fe^{3+}	ไอร์ออน(III) ไอออน
Hg^+ (Hg_2^{2+})	เมอร์คิวรี(I) ไอออน	Hg^{2+}	เมอร์คิวรี(II) ไอออน
Cr^{2+}	โครเมียม(II) ไอออน	Cr^{3+}	โครเมียม(III) ไอออน
Sn^{2+}	ทิน (II) ไอออน	Sn^{4+}	ทิน (IV) ไอออน
Pb^{2+}	เลด(II) ไอออน	Pb^{4+}	เลด(IV) ไอออน

2) อ่านชื่อธาตุไอออนลบ (ธาตุอโลหะ) โดยเปลี่ยนเสียงสุดท้ายเป็น -ไอดี (-ide) หากไอออนมีลักษณะเป็นกลุ่มธาตุ จะมีชื่อเรียกเฉพาะที่แตกต่างกัน เช่น

H^-	ไฮไดรด์ไอออน	Cl^-	คลอไรด์ไอออน
O^{2-}	ออกไซด์ไอออน	S^{2-}	ซัลไฟด์ไอออน
N^{3-}	ไนไตรด์ไอออน	P^{3-}	ฟอสไฟด์ไอออน
OH^-	ไฮดรอกไซด์ไอออน	CH_3COO^-	แอซิเตตไอออน
CN^-	ไซยาไนด์ไอออน	$C_2O_4^{2-}$	ออกซาเลตไอออน
NO_2^-	ไนไตรต์ไอออน	ClO_3^-	คลอเรตไอออน
NO_3^-	ไนเตรตไอออน	ClO_4^-	เปอร์คลอเรตไอออน
CO_3^{2-}	คาร์บอเนตไอออน	$H_2PO_4^-$	ไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน
HCO_3^-	ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน	HPO_4^{2-}	ไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน
SO_4^{2-}	ซัลเฟตไอออน	PO_4^{3-}	ฟอสเฟตไอออน
HSO_4^-	ไฮโดรเจนซัลเฟตไอออน	CrO_4^{2-}	โครเมตไอออน
$S_2O_3^{2-}$	ไทโอซัลเฟตไอออน	$Cr_2O_7^{2-}$	ไดโครเมตไอออน
SCN^-	ไทโอไซยาไนด์ไอออน	MnO_4^{2-}	แมงกานัตไอออน

- 3) ไม่อ่านตัวเลขห้อย และหากเป็นโลหะทรานซิชันที่มีประจุได้หลายค่า ให้อ่านประจุและเขียนเป็นเลขโรมันในวงเล็บ ตัวอย่างเช่น

NaCl	โซเดียมคลอไรด์	Fe(OH) ₃	ไอร์ออน(III)ไฮดรอกไซด์
KCN	โพแทสเซียมไซยาไนด์	Cu(ClO ₃) ₂	คอปเปอร์(II)คลอเรต
Al ₂ O ₃	อะลูมิเนียมออกไซด์	NaHCO ₃	โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต
Ba ₃ (PO ₄) ₂	แบเรียมฟอสเฟต	Cu ₂ O	คอปเปอร์(I)ออกไซด์
Hg ₂ Cl ₂	เมอร์คิวรี (I) คลอไรด์	FePO ₄	ไอร์ออน(III)ฟอสเฟต

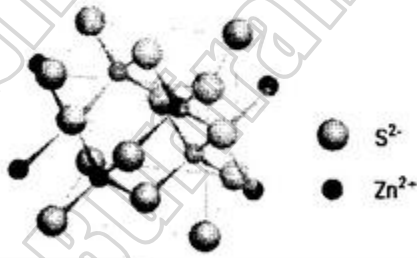
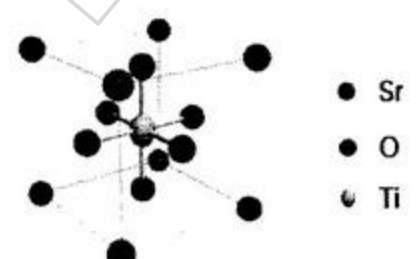
มหาวิทยาลัยราชภัฏบรไนมา
Buniraam Rajabhat University

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 6 เรื่อง การเกิดและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

1. จงทำเครื่องหมาย ✓ และ X หน้าข้อความต่อไปนี้

- _____ 1.1) สารประกอบไอออนิกเกิดจากโลหะ กับอโลหะเท่านั้น
- _____ 1.2) ไอออนบวกและไอออนลบจะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน เรียกว่า พันธะไอออนิก เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก
- _____ 1.3) โลหะมีพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ต่ำ และมีแนวโน้มให้อิเล็กตรอนง่าย
- _____ 1.4) สารประกอบไอออนิก ไม่มีสูตรโมเลกุล มีเฉพาะสูตรเคมี
- _____ 1.5) ${}_{16}\text{S}$ เมื่อเป็นไอออน จะมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- _____ 1.6) ธาตุที่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เท่ากับ 8 จะปรับตัวโดยการรวมตัวกันเอง หรืออะตอมของธาตุอื่น ให้อิเล็กตรอนเท่ากับแก๊สเฉื่อย
- _____ 1.7) สารประกอบไอออนิก ที่จัดเรียงตัวเป็นโครงผลึกที่มีรูปร่างแน่นอน ไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกัน ไปทั้งสามมิติ โครงสร้างของผลึกจะขึ้นกับสัดส่วนของจำนวนประจุและขนาดของไอออน
- _____ 1.8) สารประกอบไอออนิกจะเรียกชื่อไอออนลบตามด้วยไอออนบวก
- _____ 1.9) โครงสร้างผลึกไอออนิกที่แตกต่างกัน เกิดจาก สัดส่วนของไอออนบวกต่อไอออนลบ และขนาดของไอออนบวกกับไอออนลบในสารประกอบ
- _____ 1.10) Mg 1 อะตอม และ O 2 อะตอม คือสัดส่วนระหว่างธาตุที่เกิดเป็นสารประกอบไอออนิกแล้วทำให้ผลรวมของประจุไฟฟ้าในสารประกอบเป็นกลาง

2. โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกต่อไปนี้ มีจำนวนไอออนลบที่ล้อมรอบไอออนบวกและจำนวนไอออนบวกที่ล้อมรอบไอออนลบเท่าใด มีค่าเท่าไร

โครงสร้างผลึก	อัตราส่วนอย่างต่ำของไอออนบวกต่อไอออนลบ
	
	

3. จงเขียนสูตรที่เกิดจากการรวมตัวกันระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ ต่อไปนี้

ไอออนลบ ไอออนบวก	F ⁻	S ²⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Na ⁺					
Ba ²⁺					
NH ₄ ⁺					
Cu ²⁺					
Cr ³⁺					

4. จงเขียนสูตรหรือชื่อของสารประกอบต่อไปนี้

ที่	สารประกอบไอออนิก			ชื่อสารประกอบไอออนิก
	ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตร	
2.1)	K ⁺	Br ⁻		
2.2)	Ca ²⁺	Cl ⁻		
2.3)	Pb ²⁺	I ⁻		
2.4)	NH ₄ ⁺	Cl ⁻		
2.5)			Fe(OH) ₃	
2.6)			Pb(NO ₃) ₂	
2.7)			Ag ₂ Cr ₂ O ₄	
2.8)			KMnO ₄	
2.9)			Cu ₂ O	
2.10)				ซีเซียมคลอไรด์
2.11)				คอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์
2.12)				เลด (II) ซัลเฟต
2.13)				โพแทสเซียมฟอสเฟต
2.14)				เมอร์คิวรี (I) คลอไรด์
2.15)				ไอร์ออน (II) ไฮโดรเจนฟอสเฟต

ใบความรู้ที่ 7 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก

1. พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก

การเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเกิดขึ้นด้วย ซึ่งอาจพิจารณาจากวัฏจักรบอร์น - ฮาเบอร์ (Born - Haber cycle) ที่คิดค้นโดยนักเคมีเชิงฟิสิกส์ชาวเยอรมัน 2 คน ชื่อ แมกซ์ บอร์น (Max born) และฟริตซ์ ฮาเบอร์ (Fritz Haber) พัฒนาขึ้น โดยตั้งสมมติฐานว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกชนิดหนึ่ง ๆ มีหลายขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเกิดขึ้นด้วย พลังงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในตัวอย่างนี้

การเกิด โซเดียมคลอไรด์ จากปฏิกิริยาระหว่างโลหะ โซเดียมกับแก๊สคลอรีน มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระเหิดของโซเดียม โลหะโซเดียมสถานะของแข็งระเหิดกลายเป็นแก๊ส ใช้พลังงาน 107 kJ/mol เรียกว่า **พลังงานการระเหิด (Heat of Sublimation : ΔH_{sub})**



2. การแตกตัวเป็นไอออนของโซเดียม โซเดียมในสถานะแก๊สเสียอิเล็กตรอนกลายเป็น Na^+ ใช้พลังงาน 496 kJ/mol เรียกว่า **พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy : IE)**



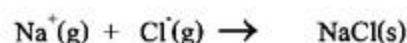
3. การสลายพันธะของแก๊สคลอรีน โมเลกุลของแก๊สคลอรีนสลายพันธะ $\text{Cl} - \text{Cl}$ ได้อะตอมคลอรีน 2 อะตอม ในสถานะแก๊ส จะใช้พลังงานเท่ากับ 243 kJ/mol เรียกว่า **พลังงานการสลายพันธะ (Dissociation Energy : D)** และเนื่องจากหน่วยสูตรของ NaCl ประกอบด้วย Cl^- เพียง 1 ไอออน ที่มาจาก 1 อะตอมเท่านั้น ดังนั้นพลังงานที่ใช้จะมีค่าเป็นครึ่งหนึ่ง คือ 121.5 kJ หรือ ≈ 122 kJ



4. การเกิดคลอไรด์ไอออน อะตอมของคลอรีนในสถานะแก๊ส เมื่อรับอิเล็กตรอนที่หลุดออกจากอะตอมของโซเดียมแล้วกลายเป็น Cl^- จะคายพลังงาน 349 kJ/mol เรียกว่า **สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity : EA)**



5. การเกิดโซเดียมคลอไรด์ เมื่อโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออน ในสถานะแก๊ส ชิดติดกันเป็นผลึกโซเดียมคลอไรด์ จะคายพลังงานออกมา 787 kJ/mol เรียกว่า **พลังงานโครงผลึก หรือ พลังงานแลตทิซ (Lattice energy : U)**

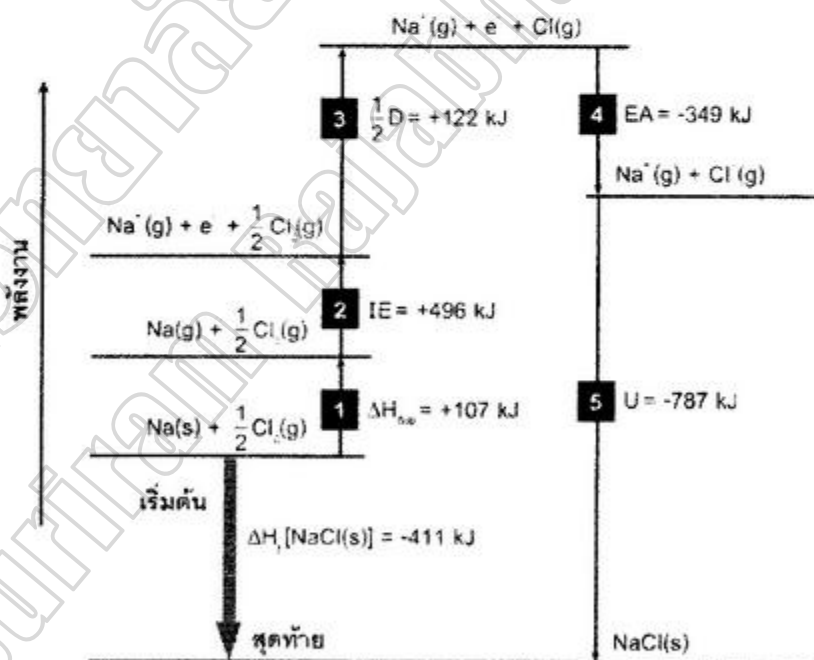


พลังงานรวมของการเกิดปฏิกิริยา (Heat of formation) เขียนแทนด้วย ΔH_f เครื่องหมายบวก (+) แทนการดูดพลังงาน และเครื่องหมายลบ (-) แทนการคายพลังงาน ดังนั้น ขั้นตอนการเกิดโซเดียมคลอไรด์ เขียนแทนได้ดังนี้

ขั้นที่ 1	$\text{Na(s)} \rightarrow \text{Na(g)}$	$\Delta H_{\text{sub}} = 107 \text{ kJ}$
ขั้นที่ 2	$\text{Na(g)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{g}) + e^-$	$\text{IE} = 496 \text{ kJ}$
ขั้นที่ 3	$\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Cl}(\text{g})$	$\frac{1}{2} D = 122 \text{ kJ}$
ขั้นที่ 4	$\text{Cl}(\text{g}) + e^- \rightarrow \text{Cl}^-(\text{g})$	$\text{EA} = -349 \text{ kJ}$
ขั้นที่ 5	$\text{Na}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \rightarrow \text{NaCl(s)}$	$U = -787 \text{ kJ}$
สมการรวม	$\text{Na(s)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaCl(s)}$	$\Delta H_f = -411 \text{ kJ}$

ปฏิกิริยาที่มีการดูดพลังงาน มากกว่าพลังงานที่คายออกมา จะจัดเป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงาน ค่า ΔH_f จะมีเครื่องหมายเป็นบวกในทางตรงกันข้ามปฏิกิริยาที่คายพลังงานมากกว่าพลังงานดูดเข้าไป จัดเป็นปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน ค่า ΔH_f จะมีเครื่องหมายเป็นลบ

ปฏิกิริยาระหว่างโลหะ โซเดียมกับแก๊สคลอรีน เขียนแผนภาพวัฏจักรบอร์น - ฮาเบอร์ (Born - Haber cycle) แสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ได้ดังรูป



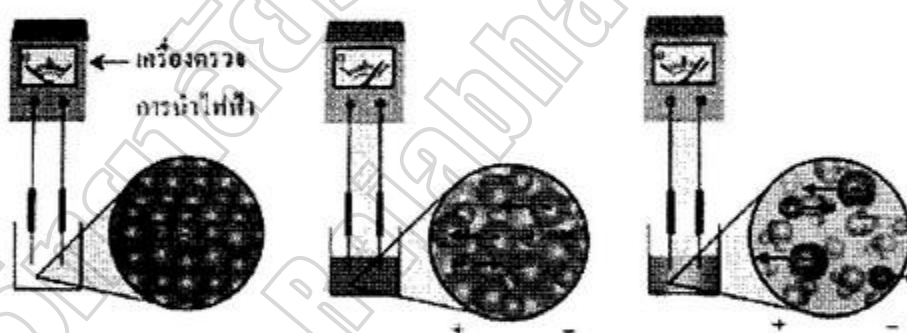
ภาพ 19 แผนภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดโซเดียมคลอไรด์ 1 โมล

2. สมบัติของสารประกอบไอออนิก

จากลักษณะของการสร้างพันธะไอออนิกซึ่งมีแรงยึดเหนี่ยวต่อเนื่องกันเป็นผลึก และลักษณะอะตอมของธาตุที่มีประจุเป็นไอออนบวกและไอออนลบรวมกันอยู่ ส่งผลให้สารประกอบไอออนิกมีสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

1) สารประกอบไอออนิกจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดที่สูงเนื่องจากพันธะไอออนิกเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวของประจุไฟฟ้าซึ่งมีความแข็งแรงสูง ยากต่อการทำให้แยกออกจากกัน อีกทั้งยังมีลักษณะการยึดเหนี่ยวที่ต่อเนื่องกันเป็นผลึก การที่จะทำให้สารประกอบไอออนิกเปลี่ยนสถานะจึงต้องอาศัยพลังงานจำนวนมากในการทำลายแรงยึดเหนี่ยว ดังนั้นสารประกอบไอออนิกจึงมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดที่สูงกว่าสารประกอบโคเวเลนต์

2) การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิก นับเป็นสมบัติอีกประการที่สำคัญ คือ เมื่อเป็นของแข็งจะไม่นำไฟฟ้า แต่จะสามารถนำไฟฟ้าได้ดีเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวหรือเป็นสารละลาย เนื่องจากในสถานะของแข็งไอออนต่าง ๆ ซึ่งมีประจุไฟฟ้าจะถูกยึดเหนี่ยวกันอย่างเหนียวแน่น แต่เมื่อนำไปหลอมเหลวหรือนำไปละลายน้ำ โครมผลึกจะหลุดออกทำให้ไอออนสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ ดังนั้น สารประกอบไอออนิกจึงสามารถนำไฟฟ้าได้



ภาพ 20 การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิกในสถานะต่าง ๆ

ตาราง 5 แสดงจุดหลอมเหลวและจุดเดือด ของสารประกอบไอออนิกบางชนิด

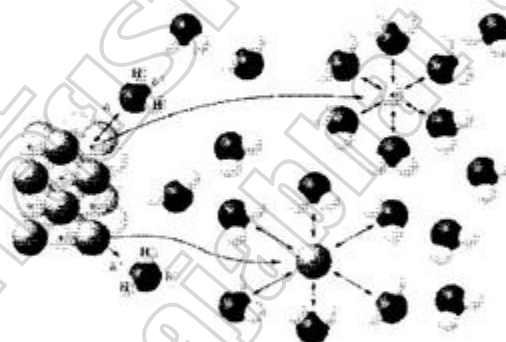
สารประกอบไอออนิก	สูตรโมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
โซเดียมไฮดรอกไซด์	NaOH	318	1390
โพแทสเซียมไนเตรด	KNO ₃	334	400
แคลเซียมคลอไรด์	CaCl ₂	772	มากกว่า 1600
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	801	1465
อะลูมิเนียมออกไซด์	Al ₂ O ₃	2054	2980
แมกนีเซียมออกไซด์	MgO	2800	3600

3) สารประกอบไอออนิกเป็นของแข็งที่มีความหนาแน่นสูง แต่ค่อนข้างเปราะ เช่น NaCl เป็นของแข็งซึ่งถ้าทุบ NaCl จะแตกออกจากกัน ทั้งนี้ เพราะการทุบเป็นการทำให้ไอออนที่มีประจุเหมือนกันเข้าไปใกล้กันจนเกิดแรงผลักระหว่างประจุของไอออนที่เหมือนกัน มากกว่าแรงดึงดูดระหว่างไอออนที่มีประจุต่างกัน เกิดความไม่สมดุลทำให้ผลึกแตกออกจากกัน



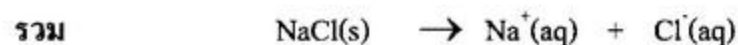
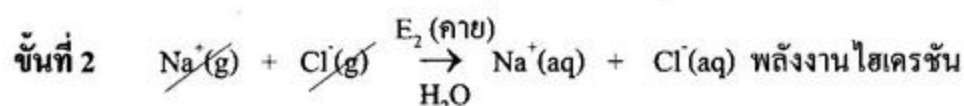
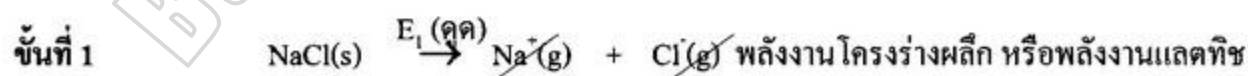
ภาพ 21 การจัดเรียงไอออนบวกและไอออนลบในสารประกอบไอออนิก

4) สภาพการละลายได้ในน้ำ ส่วนใหญ่ของสารประกอบไอออนิกละลายน้ำได้ดี แต่มีบางสารที่ไม่ละลายน้ำหรือละลายน้ำได้น้อยมาก เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต(CaCO_3) เนื่องจากไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงสูงมาก จนโมเลกุลของน้ำไม่สามารถทำให้ไอออนทั้งสองแยกจากกันได้



ภาพ 22 แผนภาพการละลายน้ำของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำ

การละลายของโซเดียมคลอไรด์ ขั้นแรกโมเลกุลของน้ำจะดึงดูดโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออนให้หลุดออกจากโครงผลึก ใช้พลังงานปริมาณหนึ่ง (E_1) พลังงานที่ดูดกลืนเข้าไปนี้เท่ากับพลังงานแลตทิส ขั้นที่สองไอออนแต่ละชนิดถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำ โดยโมเลกุลของน้ำจะหันด้านที่มีขั้วตรงข้ามเข้าหากัน เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับโซเดียมไอออนและคลอไรด์ไอออน จะคายพลังงานออกมาปริมาณหนึ่ง (E_2) เรียก พลังงานไฮเดรชัน



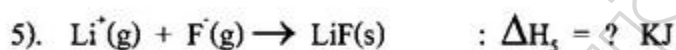
การบอกสภาพการละลายได้ของสาร (Solubility) มี 3 ระดับ คือ ละลายได้ดี ละลายได้เล็กน้อย หรือไม่ละลาย ส่วนมากมีน้ำเป็นตัวทำละลาย อาจพิจารณาจาก

สารประกอบที่ละลายน้ำได้	สารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ
<ul style="list-style-type: none"> - เกลือของโลหะแอลคาไล - เกลือแอมโมเนียมทุกชนิด - เกลือไนเตรต เกลือคลอเรต เกลือเปอร์คลอเรต เกลืออะซิเตด (ยกเว้น ซิลเลอรัอะซิเตด โพแทสเซียมเปอร์คลอเรต ละลายได้เล็กน้อย) - เกลือคลอไรด์ เกลือโบรไมด์ เกลือไอโอไดด์ (ยกเว้น เกลือของ Ag^+ Pb^{2+} Hg_2^{2+} ไม่ละลาย ส่วน HgCl_2 ละลายได้ PbCl_2 ละลายได้เล็กน้อย) - เกลือซัลเฟต (ยกเว้น เกลือของ Pb^{2+} Sr^{2+} Ba^{2+} ส่วนเกลือของ Ca^{2+} และ Ag^+ ละลายได้เล็กน้อย) 	<ul style="list-style-type: none"> - สารประกอบออกไซด์ของโลหะ (ยกเว้น ออกไซด์ของโลหะแอลคาไล และออกไซด์ของ Ca^{2+} Sr^{2+} Ba^{2+}) เมื่อละลายน้ำจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้สารประกอบไฮดรอกไซด์ เช่น $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ - สารประกอบไฮดรอกไซด์ (ยกเว้น ไฮดรอกไซด์ของหมู่ IA และ Ba^{2+} Sr^{2+} ส่วน Ca^{2+} ละลายได้เล็กน้อย) - สารประกอบคาร์บอเนต ฟอสเฟต ซัลไฟด์ และซัลไฟด์ (ยกเว้นสารประกอบของแอมโมเนียมและโลหะแอลคาไล)

5) โดยทั่ว ๆ ไปเกิดปฏิกิริยาได้เร็ว โดยเฉพาะในสารละลายหรือในสถานะแก๊ส

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 7 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก

1. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่าง $\text{Li(s)} + \frac{1}{2}\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{LiF(s)}$ ซึ่งมีพลังงานการเกิดปฏิกิริยาเท่ากับ -594.1 kJ จงคำนวณหาค่า ΔH_f เมื่อกำหนดให้



.....

.....

.....

2. จงเขียนแผนภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานการเกิดสารประกอบระหว่างโพแทสเซียมกับฟลูออรีน

.....

.....

.....

.....

3. จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม

สารประกอบไอออนิก	พลังงานโครงผลึก (kJ/mol)	พลังงานไฮเดรชัน (kJ/mol)
XCl_2	162	99
YCl	100	108
AO	180	178

- 3.1 สารใดละลายน้ำแล้วคายความร้อน

.....

- 3.2 สารใดละลายน้ำแล้วดูดความร้อน

.....

- 3.3 สารใดไม่ละลายน้ำ ทราบได้อย่างไร

.....

4. จงจำแนกสารต่อไปนี้ตามความสามารถการละลาย

CuCl_2	Mg(OH)_2	CaCO_3	$\text{Ca(HCO}_3)_2$	AgCl	AgNO_3
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	$\text{Ba(NO}_3)_2$	Hg_2Cl_2	HgCl_2	PbCl_2	NaNO_3

ละลายน้ำได้	
ไม่ละลายน้ำ	

5. เพราะเหตุใดสารประกอบไอออนิกที่มีสถานะเป็นของแข็ง มีความหนาแน่นสูง เมื่อตกหรือมีแรงมากระทำจึงสามารถแตกได้โดยง่าย

.....

.....

.....

.....

6. เพราะเหตุใดสารประกอบไอออนิกในสถานะของแข็งจึงไม่นำไฟฟ้า

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 8 เรื่อง ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิก

เมื่อนำสารละลายของสารประกอบไอออนิก 2 ชนิด มาผสมกันจะเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ และสามารถเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักการดังนี้

การเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ การเกิดสารใหม่ที่ทำกลับเป็นสารเดิมไม่ได้ เช่น การเกิดตะกอน แก๊ส สี

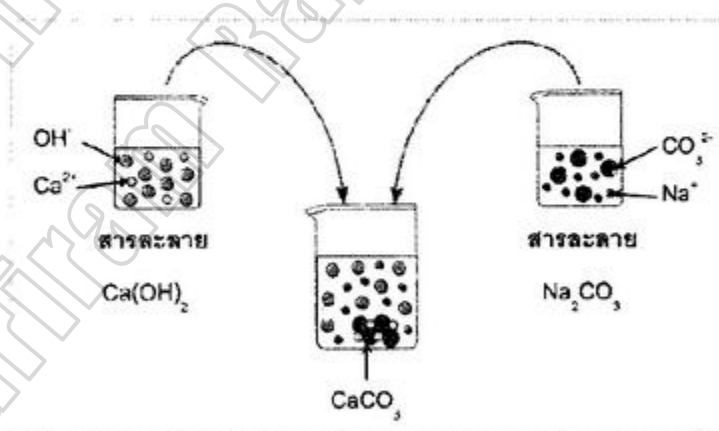
สมการไอออนิก คือ สมการเคมีที่แสดงไอออนอิสระของสารประกอบไอออนิกในสารละลายครบทุกชนิด

สมการไอออนิกสุทธิ คือ สมการเคมีที่แสดงเฉพาะไอออนที่เกิดปฏิกิริยากัน แล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เท่านั้น

เช่น ถ้าผสมสารละลาย Ca(OH)_2 กับ Na_2CO_3 จะเขียนสมการไอออนิกสุทธิแสดงปฏิกิริยาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

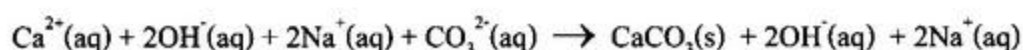
เนื่องจาก Ca(OH)_2 และ Na_2CO_3 เป็นสารประกอบซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี ดังนั้นเมื่อรวมกับน้ำ โมเลกุลของน้ำจะดึงดูแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ไฮดรอกไซด์ (OH^-) โซเดียมไอออน (Na^+) และคาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) ให้หลุดออกจากโครงผลึก และล้อมรอบไอออนทั้งสองด้วยโมเลกุลของน้ำ

เมื่อผสมสารละลายเข้าด้วยกัน แล้วพบว่าเกิดตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ตะกอนนี้ไม่ควรเป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพราะสามารถละลายได้ในน้ำ และแตกตัวเป็นไอออนอยู่ในของเหลว ดังนั้นจึงควรเป็นตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ดังภาพ

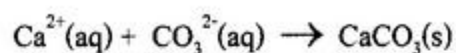


ภาพ 23 ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย Ca(OH)_2 กับ Na_2CO_3

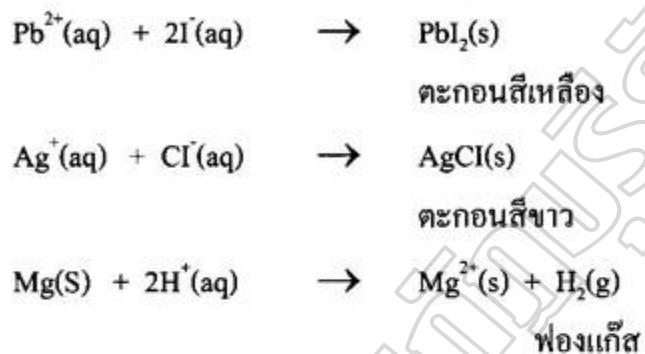
จะเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกได้ ดังสมการ



เนื่องจากในปฏิกิริยามี $2\text{OH}^-(\text{aq})$ และ $2\text{Na}^+(\text{aq})$ ปรากฏอยู่ทั้งสองด้าน แสดงว่าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง จะสามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกได้ ดังสมการ

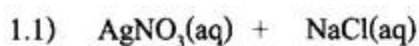


สมการไอออนิกที่สมบูรณ์ จะต้องดุลทั้งจำนวนอะตอม และจำนวนประจุของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ โดยเติมเลขข้างหน้าอนุภาคที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา เช่น



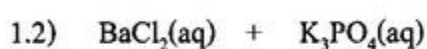
แบบฝึกเสริมทักษะที่ 8 เรื่อง ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิก

1. จงเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ จากการผสมกันของสารละลายต่อไปนี้



สมการไอออนิก →

สมการไอออนิกสุทธิ →



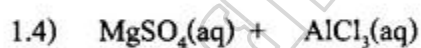
สมการไอออนิก →

สมการไอออนิกสุทธิ →



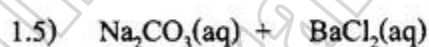
สมการไอออนิก →

สมการไอออนิกสุทธิ →



สมการไอออนิก →

สมการไอออนิกสุทธิ →



สมการไอออนิก →

สมการไอออนิกสุทธิ →

การทดลองที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทดลองเพื่อศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบไอออนิกที่กำหนดให้ได้
2. บอกคู่สารที่สามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีกันได้
3. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองตามวิธีการทดลองจากใบงาน
2. ระดมความคิดเห็นของกลุ่มจัดลำดับการใช้สารเคมีและอุปกรณ์ให้ถูกต้อง โดยใช้เลขลำดับการใช้ในวงเล็บ ()
3. ทำการทดลองตามวิธีการที่ระบุไว้ในใบงาน มีปัญหาสงสัยให้ขออนุญาตครูก่อนทดลอง
4. บันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึกผลการทดลอง
5. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปราย และสรุปผลการทดลอง
6. ตอบคำถามหลังการทดลอง

สารเคมีและอุปกรณ์

1. สารละลายเลด(II)ไนเตรต
2. สารละลายซิงค์ซัลเฟต
3. สารละลายแบเรียมคลอไรด์
4. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์
5. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
6. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต
7. สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์
8. หลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด
9. หลอดนิตยา

การทดลอง

1. เลือกสารละลายต่อไปนี้ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, ZnSO_4 , BaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ มา 1 ชนิด ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง 3 หลอด หลอดละ 2 cm^3
2. เติมสารละลาย KI , Na_2CO_3 และ NH_4Cl อย่างละ 2 cm^3 ลงในหลอดที่ 1 2 และ 3 หลอดละ ชนิดตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง

สารละลาย	การเปลี่ยนแปลงเมื่อเติมสารละลาย		
	KI	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl
Pb(NO ₃) ₂			
ZnSO ₄			
BaCl ₂			
Ca(OH) ₂			

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบคำถาม

1. สารที่ผสมกันคู่ใดบ้างที่เกิดปฏิกิริยาเคมี

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการผสมสาร 2 ชนิดเข้าด้วยกัน

.....

.....

.....

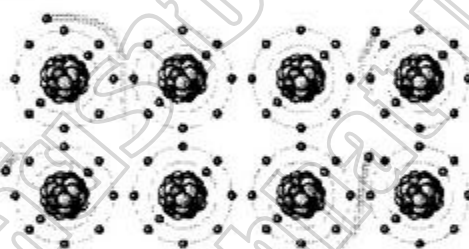
.....

.....

ใบความรู้ที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ

1. พันธะโลหะ

พันธะโลหะ คือ แรงดึงดูดระหว่างอะตอมที่อยู่ในรูปไอออนบวกที่เรียงชิดติดกันกับกลุ่มอิเล็กตรอนอิสระที่อยู่โดยรอบ หรือเป็นแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากอะตอมในก้อนโลหะใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนทั้งหมดร่วมกัน อิเล็กตรอนอิสระเกิดขึ้นเนื่องจาก โลหะมีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำจึงเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนได้ง่าย ทำให้เกิดกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนและ ไอออนบวก การเกิดพันธะอาจแสดงด้วยแบบจำลองทะเลอิเล็กตรอน (sea of electron) คือ ภายใน โลหะประกอบด้วยไอออนบวกเรียงชิดติดกัน ล้อมรอบด้วยกลุ่มหมอกของเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ได้ ทะเลอิเล็กตรอนหรือกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นทำหน้าที่เสมือนกาวที่เชื่อมไอออนบวกทั้งหลายเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรง ความแข็งแรงของพันธะโลหะขึ้นอยู่กับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่หลุดจากอะตอม และขนาดของไอออนบวกที่เรียงชิดติดกัน ถ้าไอออนบวกมีขนาดเล็ก และมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่หลุดจากอะตอมจำนวนมาก พันธะโลหะก็จะแข็งแรง



ภาพ 24 แบบจำลองอิเล็กตรอนในก้อนโลหะ

2. สมบัติของพันธะโลหะ

จากลักษณะของพันธะโลหะที่มีอะตอมใกล้ชิดกัน โดยอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างอิสระไปรอบ ๆ อะตอมของธาตุโลหะ และมีการสร้างแรงยึดเหนี่ยวต่อเนื่องกันส่งผลให้โลหะมีสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) สารที่เป็นโลหะจะมีสถานะปกติเป็นของแข็ง มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง เนื่องจากพันธะโลหะเกิดจากอะตอมที่เป็นไอออนบวกออกแรงยึดเหนี่ยวกับอิเล็กตรอนจำนวนมากที่เคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ การจะทำให้โลหะหลอมเหลวจึงต้องอาศัยพลังงานจำนวนมาก เพื่อทำลายแรงยึดเหนี่ยวที่อยู่ระหว่างไอออนกับอิเล็กตรอนทั้งหมด ดังตาราง 6

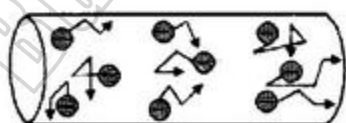
ตาราง 6 แสดงจุดหลอมเหลวและจุดเดือด ของโลหะบางชนิด

โลหะ	ลักษณะทางกายภาพ	เลขอะตอม	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
โซเดียม	โลหะอ่อน สีขาวเงิน	11	98	883
แมกนีเซียม	ของแข็ง สีขาวเงิน	12	650	1090
เหล็ก	ของแข็ง สีเทา แวววาว	26	1538	2861
สังกะสี	ของแข็ง สีเทาอ่อนแกมน้ำเงิน	30	419	907
ซีเซียม	โลหะอ่อนนุ่ม สีเงินทอง เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง	55	28	671
ปรอท	ของเหลว สีเงิน แวววาว	80	-39	357

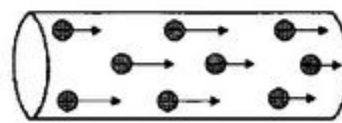
แมกนีเซียมมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดสูงกว่าโซเดียม เพราะ แมกนีเซียมแต่ละอะตอม มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 2 อิเล็กตรอน ที่เคลื่อนที่รอบนิวเคลียสไปมาได้ทั่วทั้งก้อน ทำให้นิวเคลียสของแมกนีเซียมมีประจุ +2 และมีขนาดเล็กกว่าโซเดียมไอออน ที่มีประจุ +1 ซึ่งทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียส และเวเลนซ์อิเล็กตรอนได้มากกว่าโซเดียม ส่งผลให้แมกนีเซียมมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าโซเดียม

2) สารที่เป็นโลหะ ส่วนใหญ่จะเป็นของแข็งเคาะเสียงดังกังวาน เนื่องจากในก้อนโลหะมีการจัดเรียงอนุภาคชิดกันมาก ทำให้การสั่นสะเทือนของอนุภาคในก้อนโลหะส่งแรงสั่นสะเทือนไปถึงกันอย่างรวดเร็ว จึงเกิดเสียงออกมาด้วยความถี่ค่อนข้างสูงเป็นเสียงกังวาน

3) โลหะทุกชนิดเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เนื่องจากมี อิเล็กตรอนอิสระ โดยอิเล็กตรอนเหล่านี้จะเคลื่อนที่โดยเสรีไม่เป็นระเบียบ ไม่มีทิศทางแน่นอน ดังนั้น ความเร็วเฉลี่ยของอิเล็กตรอนอิสระทุกตัว จึงเป็นศูนย์ แต่เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า เช่น ต่อไว้กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าภายในแท่งโลหะ แรงจากสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบ โดยมีความเร็วเฉลี่ยไม่เป็นศูนย์ เรียกว่า “ความเร็วลอยเลื่อน” (drift velocity) จึงมีกระแสไฟฟ้าในแท่งโลหะ ดังนั้น กระแสไฟฟ้าในโลหะจึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ แต่ความสามารถในการนำไฟฟ้าจะลดลงเมื่อเป็นของเหลว



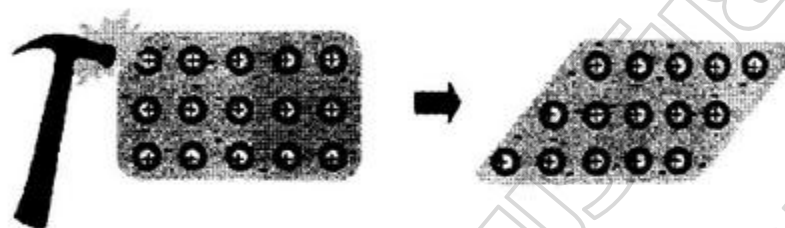
การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะ

การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในแท่งโลหะ
เมื่อปลายทั้งสองมีความต่างศักย์

ภาพ 25 การเปลี่ยนลักษณะการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในแท่งโลหะเมื่อปลายทั้งสองมีความต่างศักย์

4) ผิวมันวาว เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่อกระทบแสงอิเล็กตรอนเหล่านั้นจะรับและปล่อยคลื่นแสงออกมา

5) สารที่เป็นโลหะมีความเหนียว จึงสามารถงอ ตัด ดัด หรือยืดออก เพื่อเปลี่ยนรูปร่างได้ สมบัตินี้เป็นผลจากชั้นของอะตอมโลหะที่ดึงดูดกันด้วยทะเลอิเล็กตรอนทำให้ชั้นของอะตอมโลหะสามารถเลื่อนไหลได้เมื่อได้รับแรงกระทำ หรือแรงกดดัน



ภาพ 26 การเลื่อนไหลของโลหะเมื่อถูกแรงกระทำ

6) นำความร้อนได้ดี เพราะเมื่อให้ความร้อนแก่โลหะเวเลนซ์อิเล็กตรอนจะมีพลังงานสูงขึ้น จึงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น เมื่อเกิดการชนกันจะถ่ายโอนพลังงานบางส่วนแก่กันและถูกถ่ายโอนต่อเนื่องกันไปทั่วทั้งก้อน

3. การนำไปใช้ประโยชน์

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ของโลหะ ทำให้มีการนำโลหะมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ดังนี้

- 1) เบริลเลียม (Be) ใช้เป็นโลหะผสมที่ต้องการความแข็งแรง ใช้สร้างยานอวกาศ ถังน้ำมัน ถังรถบรรทุกเคมีภัณฑ์
- 2) เจอร์เมเนียม (Ge) เป็นธาตุหายาก เป็นส่วนประกอบของเครื่องทรานซิสเตอร์ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ
- 3) แคลเซียม (Ca) ใช้ผลิตแผ่นซีเมนต์ เป็นแร่ธาตุที่สำคัญต่อกระดูกและฟันของสัตว์
- 4) อะลูมิเนียม (Al) ใช้ทำสายไฟฟ้าแรงสูง และส่วนประกอบของเครื่องบิน
- 5) โครเมียม (Cr) ใช้เคลือบผิวโลหะต่าง ๆ ป้องกันสนิม
- 6) สังกะสี (Zn) ใช้ทำอุปกรณ์มุงหลังคา สารประกอบคลอไรด์ใช้รักษาเนื้อไม้ให้คงทน ใช้ทำถ่านไฟฉาย
- 7) ดีบุก (Sn) ใช้ผสมกับตะกั่วเพื่อทำตะกั่วบัดกรี ฉาบแผ่นเหล็กเพื่อทำกระป๋องบรรจุอาหาร ผสมกับทองแดงและพลวงได้โลหะผสมพิวเตอร์ ใช้ทำเครื่องประดับ ตกแต่ง ของที่ระลึก
- 8)ปรอท (Hg) ใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์และบารอมิเตอร์
- 9) ตะกั่ว (Pb) ใช้ทำตะกั่วบัดกรี แบตเตอรี่
- 10) ทังสเตน (W) ใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า

- 11) ไทเทเนียม (Ti) ใช้ทำโครงสร้างจรวด ยานอวกาศ แผ่นกันความร้อน
- 12) เหล็ก (Fe) ใช้ทำแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี ใช้งานหลังคา
- เดิมโครเมียม (Cr) ทำให้เหล็กเหนียว แข็ง เป็นเหล็กกล้ากันสนิม (stainless steel)
 - เดิมนิกเกิล (Ni) ทำให้เหล็กเหนียว ไม่เปราะ ใช้ทำชิ้นส่วนรถยนต์
 - เดิมแมงกานีส (Mn) ทำให้เหล็กแข็งและเหนียว ใช้ทำตู้นิรภัย ชิ้นส่วนเรือรบ
 - เดิมทังสเตน (W) ทำให้เหล็กเหนียว ใช้ทำชิ้นส่วนรถยนต์
- 13) ทองแดง (Cu) ใช้ทำสายไฟ ผสมกับสังกะสีได้ทองเหลือง ผสมกับดีบุกได้ทองบรอนซ์
- ผสมกับสังกะสี (Zn) เรียก ทองเหลือง ใช้ทำกุญแจ ปลอกกระสุนปืน กรอบประตู
 - ผสมกับดีบุก (Sn) เรียก ทองสัมฤทธิ์ ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ส่วนผสมดีบุกร้อยละ 30 ใช้ทำระฆังหรือเครื่องเสียง
 - ผสมนิกเกิล (Ni) ทนทานต่อการสึกกร่อน สีค่อนข้างขาว ดีแต่เป็นรูปต่าง ๆ ได้ง่าย ใช้ทำข้อต่อเชื่อม เบริลลูมิสซิป และโลหะรูปพรรณ
 - ผสมทองคำ (Au) เรียก นาก มีความแข็งมากกว่าทองคำบริสุทธิ์ ใช้ทำเครื่องประดับ เช่น เข็มขัดนาก สร้อยนาก

แบบฝึกเสริมทักษะที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ (Metallic Bond)

1. พันธะโลหะ เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. จงบอกเหตุผลที่ทำให้โลหะมีสมบัติต่อไปนี้

1) โลหะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

.....

.....

2) โลหะนำความร้อนได้ดี

.....

.....

3) โลหะสามารถตีแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ได้

.....

.....

3. จงเลือกตัวอักษรด้านหน้าประโยชน์ในแต่ละข้อ เขียนหน้าโลหะให้ถูกต้อง

_____ 1) อะลูมิเนียม

_____ 2) โครเมียม

_____ 3) ทองแดง

_____ 4) สังกะสี

_____ 5) ดีบุก

_____ 6) ปрут

_____ 7) ทองคำ

_____ 8) ทังสเตน

_____ 9) ดีบุก

_____ 10) แคลเซียม

ก. ฉาบแผ่นเหล็กทำกระป๋องบรรจุอาหาร

ข. ทำสายไฟ

ค. ใช้ทำวัสดุผนังหลังคา

ง. ผลิตแผ่นยิปซัมบอร์ด

จ. ผสมกับทองแดง เรียก ทองสัมฤทธิ์ ใช้ทำระฆัง

ฉ. ใช้ทำเครื่องบิน สายไฟแรงสูง

ช. เคลือบผิวโลหะป้องกันสนิม

ซ. ใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์และบารอมิเตอร์

ณ. ผสมกับทองแดง เรียกว่า นาก

ญ. ใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า

4. จงเติมตารางเปรียบเทียบสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ ไอออนิกและโลหะ

สมบัติ	ชนิด	สารโคเวเลนต์			สารไอออนิก	โลหะ
		ไม่มีขั้ว	มีขั้ว	โครงผลึกράงตาข่าย		
1) สถานะที่ภาวะปกติ						
2) ความเหนียว						
3) จุดหลอมเหลวและจุดเดือด						
4) การนำไฟฟ้า						
5) การละลายน้ำและการนำไฟฟ้าของสารละลาย						

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปฐมนิเทศและทดสอบก่อนเรียน

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 1 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

พันธะเคมี เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อค้นคว้า เสาะหา วางแผน แก้ปัญหา ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ที่นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนทราบคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเกณฑ์การวัดผล

ประเมินผล

2. นักเรียนเข้าใจลำดับขั้นตอน และบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. นักเรียนได้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง พันธะเคมี

สาระการเรียนรู้

1. คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเกณฑ์การวัดผลประเมินผล
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง พันธะเคมี

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- ครูกล่าวทักทายนักเรียนและแนะนำตัวเอง โดยบอกชื่อ นามสกุล พร้อมทั้งเขียนบนกระดาน (นางสาวนวิรัตน์ โสคติริ) รวมถึงรายละเอียดการติดต่อครูผู้สอน ห้องพักครู และโต๊ะที่ครูนั่ง เพื่อให้นักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือรับส่งแบบฝึกหัด สามารถติดต่อได้ถูกต้อง
- ครูกล่าวถึง หน่วยการเรียนรู้เรื่อง พันธะเคมี โดยยกตัวอย่างให้ป็นว่าสารมีพันธะเคมีและกล่าวเกี่ยวกับประโยชน์ของการศึกษาเรื่อง พันธะเคมี

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเกณฑ์การวัดผลประเมินผล โดยมีอัตราส่วนคะแนนระหว่างภาค : ปลายภาค คือ 70 : 30 อัตราส่วนคะแนนระหว่างภาคเรียน 70 คะแนน แบ่งเก็บดังนี้

1). คะแนนวัดผลด้านความรู้	30 คะแนน
2). คะแนนวัดผลด้านทักษะ/กระบวนการ	20 คะแนน
3). คะแนนวัดผลด้านคุณลักษณะ	20 คะแนน
คะแนนสอบปลายภาคเรียน	30 คะแนน
- ครูอธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนยกตัวอย่างบทบาทของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- นักเรียนแสดงเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

- นักเรียนร่วมกันสร้างข้อตกลงในการเรียนร่วมกัน เช่น
 - 1). ไม่หยอกล้อ พูดคุยเสียงดัง หรือส่งเสียงรบกวนในเวลาเรียน
 - 2). นักเรียนเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลา
 - 3). หากมีความจำเป็นต้องออกจากห้องควรขออนุญาตครูผู้สอนก่อนทุกครั้ง
 - 4). ไม่นำอาหารมารับประทานในห้องเรียนขณะครูสอน
 - 5). หากมีข้อสงสัยขณะเรียน ให้สอบถามครูได้ทันที

5. ชั้นประเมิน (Evaluation : E₂)

- นักเรียนร่วมกันทบทวนข้อตกลงที่ร่วมกันสร้างขึ้น
- นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง พันธะเคมี

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
 - <https://sites.google.com/site/naranya2010/1>
 - http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/covalent.htm
 - <https://www.youtube.com/watch?v=n-I2dv6kJxE>
2. ประเภทสถานที่
 - ห้องสมุดโรงเรียน
 - ห้องปฏิบัติการเคมี
 - ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี
2. การสังเกต

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 100 %
2. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการ โรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์
 รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	_____
ไม่ตรงตามแผน เพราะ	_____
บันทึกเพิ่มเติม	_____

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	_____
ไม่ตรงตามแผน เพราะ	_____
บันทึกเพิ่มเติม	_____

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน
 (นางสาวนวรรณ์ โสคติรี)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

อะตอมของธาตุจะรวมตัวกับอะตอมอื่น โดยอาศัยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอิเล็กตรอน กับโปรตอนที่อยู่ภายในนิวเคลียส เกิดเป็น โมเลกุลหรือสารประกอบที่มีความเสถียร แรงยึดเหนี่ยวนี้เรียกว่า พันธะเคมี ธาตุต่าง ๆ จะรวมตัวกันด้วยสัดส่วนที่ทำให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ซึ่งเป็นสภาพที่เสถียรที่สุด เรียกว่า กฎออกเตต การเกิด โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดอาจไม่เป็นไปตามกฎออกเตต โดยอาจมีจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง มากกว่าหรือน้อยกว่า 8

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกเหตุผลที่แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารหรือพันธะเคมีได้
2. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดพันธะ โคเวเลนต์ใน โมเลกุลของไฮโดรเจนได้
3. อธิบายเกี่ยวกับกฎออกเตต ความหมายของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รวมทั้งอธิบายการเกิดพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม และพันธะ โคออดิเนตโคเวเลนต์ได้
4. เขียน โครงสร้างของ โมเลกุลโคเวเลนต์ด้วย โครงสร้างลิวอิสได้
5. ยกตัวอย่าง โมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตตได้

สาระการเรียนรู้

1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์
2. ชนิดของพันธะโคเวเลนต์
3. โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

กิจกรรมการเรียนรู้

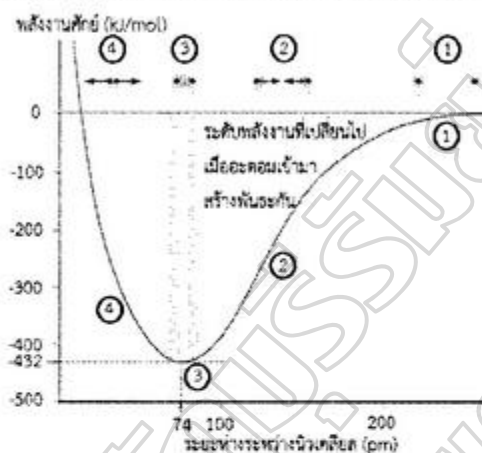
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนทบทวนเกี่ยวกับธาตุในตารางธาตุ และสมบัติของธาตุต่าง ๆ ที่ส่วนใหญ่ไม่เสถียร มีความว่องไวสูง จะรวมตัวกันในรูปโมเลกุลหรือสารประกอบเพื่อมีเสถียรภาพมากขึ้น ยกเว้น ธาตุในหมู่ VIIIA ที่พบในรูปอะตอมเดี่ยว
- นักเรียนศึกษาตัวอย่างโมเลกุลของ น้ำ(H₂O) เกลือแกง(NaCl) และ แท่งเหล็ก โดยที่ น้ำ(H₂O) แต่ละโมเลกุล ประกอบด้วย H 2 อะตอม และ O 1 อะตอม สำหรับโมเลกุลของเกลือแกง(NaCl) ประกอบด้วย Na⁺ และ Cl⁻ และ แท่งเหล็ก(Fe) ประกอบด้วยอะตอมของเหล็กที่เรียงกันอย่างเป็นระเบียบชิดเหนี่ยวซึ่งกันและกันไว้
- นักเรียนอธิบายความหมายของพันธะเคมี (แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม หรือ ไอออนกับไอออน) และบันทึกลงในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 1 เรื่องการเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์
- นักเรียนทบทวนแรงยึดเหนี่ยวภายใน ซึ่งมี 3 ประเภท คือ พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิกและพันธะโลหะ

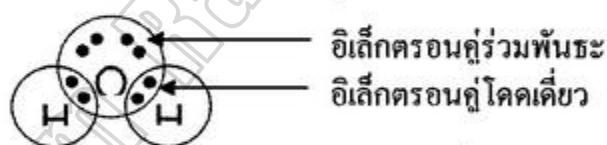
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนอ่านหนังสือแบบเรียนวิชาเคมีเพิ่มเติม เล่ม 1 หน้า 62 เรื่อง พันธะเคมี
- นักเรียนศึกษาการเกิดพันธะโคเวเลนต์ใน โมเลกุลไฮโดรเจน(H₂) ในภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิด โมเลกุลไฮโดรเจน ในแบบฝึกเสริมทักษะ ซึ่งประกอบด้วย H 2 อะตอม ซึ่งเป็นธาตุโลหะ มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) ค่าพลังงานไอออไนเซชัน(IE) สูงเท่ากัน เมื่อ H 2 อะตอม เคลื่อนที่เข้าใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดระหว่างอิเล็กตรอนกับโปรตรอนในนิวเคลียสของทั้งสองอะตอม และเกิดแรงผลักระหว่างโปรตรอนกับโปรตรอน และอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอนของทั้งสองอะตอมด้วย เมื่ออะตอมเข้าใกล้กันในระยะที่เหมาะสมและ

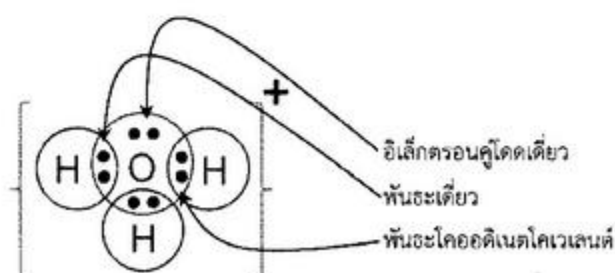
มีพลังงานศักย์ต่ำที่สุด อะตอมทั้งสองจะใช้อิเล็กตรอนร่วมกันและเกิดเป็น โมเลกุล ขึ้น เรียกแรงยึดเหนี่ยวประเภทนี้ว่า พันธะโคเวเลนต์ ดังภาพ



- นักเรียนศึกษาตัวอย่าง การเกิดพันธะ โคเวเลนต์แบบต่าง ๆ ซึ่งอะตอมของธาตุต่าง ๆ รวมกันแล้วมีเสถียรภาพมากขึ้นนั้น เช่น การเกิด โมเลกุลน้ำ(H_2O) เกิดจาก ไฮโดรเจน(H) 2 อะตอม แต่ละอะตอม มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 1 ตัว ต้องการอีก 1 ตัว จึงจะครบ 2 ตัว เหมือนฮีเลียม(He) ส่วนออกซิเจน(O) 1 อะตอม มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน 6 ตัว ต้องการอีก 2 ตัว จึงจะครบ 8 ตัว เหมือนนีออน(Ne) ทั้งสามอะตอมจึงใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เกิดเป็น โมเลกุลน้ำ(H_2O) และอธิบายประเภทของอิเล็กตรอน ดังนี้ อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ(bonded electron) และมีอิเล็กตรอนของออกซิเจนที่ไม่ได้เกิดพันธะ เรียก อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว(lone pair electron) ดังภาพ



- นักเรียนศึกษาประเภทของพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งมี 4 ประเภท คือ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสามและพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์ ซึ่งเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ 2 คู่ 3 คู่ และ เกิดจากอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะที่มาจากอะตอมใดอะตอมหนึ่ง ตามลำดับ เช่น



3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนร่วมกันสรุปการเกิดพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลไฮโดรเจน และบันทึกลงในแบบฝึกเสริมทักษะ ดังนี้ อะตอมแต่ละอะตอมจะมีพลังงานศักย์ค่าหนึ่ง เพื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูด ทำให้พลังงานศักย์ลดลง และเข้าใกล้กันจนระยะห่างระหว่างนิวเคลียส เท่ากับ 74 pm เป็นระยะที่ทำให้มีพลังงานศักย์ต่ำที่สุด คือ 436 kJ/mol อะตอมทั้งสองใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเกิดเป็น โมเลกุลที่เสถียร หากอะตอมทั้งสองเข้าใกล้กันมากกว่านี้ จะเกิดแรงผลักรวมกัน พลังงานศักย์สูงขึ้น ไม่สามารถอยู่รวมเป็น โมเลกุลได้
- นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของกฎออกเตต และบันทึกลงในแบบฝึกเสริมทักษะ ดังนี้ อะตอมของธาตุที่มีเวเลนซ์อิเล็กตรอน ไม่เท่ากับ 8 มีแนวโน้มปรับตัวโดยรวมตัวกันด้วยสัดส่วนที่ทำให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 หรือมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับแก๊สเฉื่อย ซึ่งเป็นสภาพที่เสถียรที่สุด

4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

- นักเรียนร่วมกันเขียน โครงสร้างลิวอิส ของสารที่กำหนดให้ ในเอกสารประกอบการเรียน แบบฝึกเสริมทักษะที่ 1 เรื่อง โครงสร้างการเกิดพันธะโคเวเลนต์
- นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การใช้อิเล็กตรอนร่วมกันของสารต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม นั้น โดยธาตุหมู่ VIIA และ H จะเกิดพันธะเดี่ยว ธาตุหมู่ VIA จะสามารถเกิดพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ได้ และธาตุหมู่ IVA และ VA จะสามารถเกิดพันธะสามได้

5. ชั้นประเมิน (Evaluation : E₅)

- นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับ โมเลกุลที่กำหนดให้ ว่าเป็นไปตามกฎออกเตตหรือไม่ เช่น NO NO₂ N₂O CO₂ BF₃ PCI₅ SF₆ XeF₄ (ตามกฎออกเตต คือ N₂O CO₂ และไม่เป็นไปตามกฎออกเตต คือ NO NO₂ BF₃ PCI₅ SF₆ XeF₄)

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี

http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/covalent.htm

http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=69316

<https://www.youtube.com/watch?v=HuUjGT AeUFs>

2. ประเภทสถานที่

ห้องสมุดโรงเรียน

ห้องปฏิบัติการเคมี

ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 1 เรื่อง การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 1 เรื่อง การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิยม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการ โรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนที่การจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเกิดและชนิดของพันธะโคเวเลนต์

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ ตรงตามแผน ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____

2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ ตรงตามแผน ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____

2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม ตรงตามแผน ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____

2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ ตรงตามแผน ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____

บันทึกเพิ่มเติม _____

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน _____

ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____

บันทึกเพิ่มเติม _____

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน _____

ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____

บันทึกเพิ่มเติม _____

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสตศิริ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

พันธะโคเวเลนต์เกิดจากอะตอมของธาตุอโลหะตั้งแต่ 2 อะตอม ใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ โดยทั่วไปอะตอมจะรวมกันด้วยอัตราส่วนที่ทำให้อะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต ซึ่งสามารถใช้ทำนายอัตราส่วนจำนวนอะตอม ของธาตุองค์ประกอบที่รวมกันเป็นสารโคเวเลนต์ การเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ที่อยู่เป็นอะตอมคู่ ให้เรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน และตามด้วยชื่อของอีกธาตุหนึ่ง โดยเปลี่ยนเสียงท้ายเป็น ไอด์ พร้อมทั้งระบุจำนวนอะตอมของธาตุเป็นภาษากรีก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เขียนสูตรสาร โคเวเลนต์ได้
2. เขียน โครงสร้างลิวอิสแสดงการเกิดพันธะสารที่กำหนดให้ได้
3. เรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ที่กำหนดได้

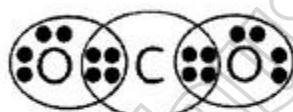
สาระการเรียนรู้

1. หลักการเขียนสูตร โมเลกุล
2. การเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนทบทวนการเกิดพันธะโคเวเลนต์ ของธาตุโลหะ เช่น โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ CO₂ เกิดจาก อะตอมของ คาร์บอน(C) 1 อะตอม ใช้ อิเล็กตรอน
- ร่วมกับ ออกซิเจน(O) 2 อะตอม เพื่อให้ทั้งสามอะตอมมีเวเลนซ์อิเล็กตรอน เท่ากับ 8 ดังภาพ



2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนสูตร โมเลกุลและการอ่านชื่อของสาร โคเวเลนต์ จากหนังสือเรียนเคมี เล่ม 1 สสวท. หรือจากแบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 เรื่อง การเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนอธิบายหลักการเขียนสูตร โมเลกุล โดยยึดหลักการเขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่เป็นอะตอมกลาง ตามด้วยธาตุที่ล้อมรอบ เรียงลำดับจากธาตุที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีน้อยหรือมีความเป็นบวกมากกว่าก่อน เช่น CO₂ BF₃ P₂O₅ เป็นต้น
- นักเรียนอธิบายหลักการเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ โดยยึดหลักการดังนี้
 - 1). สาร โคเวเลนต์ที่ประกอบด้วยธาตุชนิดเดียว จะเรียกตามชื่อของธาตุนั้น โดยระบุสถานะ
 - 2). สาร โคเวเลนต์ที่เป็นสารประกอบหรือโมเลกุลที่ประกอบด้วยธาตุ 2 ชนิด จะเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อนแล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมาและเปลี่ยนเสียงพยางค์ท้ายเป็น ไ-ด์ (-ide)

ครูเปิด โอกาสให้นักเรียนซักถาม

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

- นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์
- นักเรียนร่วมกันเขียนสูตรและเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ ในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 เรื่อง การเรียกชื่อสาร โคเวเลนต์

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation : E₂)**

- ครูสุ่มให้นักเรียนเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 เรื่อง การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ พร้อมอธิบาย
- นักเรียนตรวจความถูกต้องของคำตอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=69317
www.kr.ac.th/elearning/file.php?file=/455/coform2.doc
<https://www.youtube.com/watch?v=U3rfDcYS0w4>
2. ประเภทสถานที่
 ห้องสมุดโรงเรียน
 ห้องปฏิบัติการเคมี
 ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 เรื่อง การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 2 เรื่อง การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60

2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการ โรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนที่การจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารโคเวเลนต์
 รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน
 (นางสาวนวรรณ์ โสคติรี)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

ระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมแต่ละคู่ที่เกิดพันธะ เรียก ความยาวพันธะ และพลังงาน ที่น้อยที่สุดที่ใช้สลายพันธะระหว่างอะตอมในสถานะแก๊ส เรียก พลังงานพันธะ ซึ่งสามารถใช้ คำนวณหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปของปฏิกิริยาได้ สำหรับ โมเลกุลที่มีพันธะคู่บาง โมเลกุล เขียน สูตร โครงสร้างที่แน่นอนไม่ได้ จะเขียนแทนด้วย โครงสร้างเรโซแนนซ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ใช้ความรู้เรื่องความยาวพันธะและพลังงานพันธะระบุชนิดของพันธะ โคเวเลนต์ได้
2. ใช้ค่าพลังงานพันธะคำนวณหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้
3. อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างของสาร โคเวเลนต์ที่มี โครงสร้างเรโซแนนซ์ได้

สาระการเรียนรู้

1. ความยาวพันธะ
2. พลังงานพันธะ
3. แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนทบทวนเรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอน ระดับพลังงาน ที่ส่งผลถึงขนาดอะตอม
เช่น ${}_1\text{H}$ มีอิเล็กตรอนเท่ากับ 1 ตัว จัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 1
 ${}_{16}\text{O}$ มีอิเล็กตรอนเท่ากับ 16 ตัว จัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 6
 ${}_{53}\text{I}$ มีอิเล็กตรอนเท่ากับ 53 ตัว จัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2 8 18 18 7
- นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบขนาดอะตอมจากเล็กไปใหญ่ ได้ดังนี้ ${}_1\text{H} < {}_{16}\text{O} < {}_{53}\text{I}$
- นักเรียนพิจารณาเกี่ยวกับขนาดอะตอมที่ส่งผลต่อระยะห่างระหว่างนิวเคลียสของอะตอม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาความหมายของความยาวพันธะและพลังงานพันธะเฉลี่ย จากหนังสือเรียนเคมี เล่ม 1 สสวท. หรือจากแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
- นักเรียนศึกษา ความยาวพันธะ O-H ระหว่างโมเลกุลต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ความยาวพันธะชนิดเดียวกัน ในแต่ละ โมเลกุลจะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย และค่าที่แสดงในตาราง เป็นค่าความยาวพันธะเฉลี่ย
- นักเรียนศึกษาพลังงานพันธะเฉลี่ย เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า พลังงานพันธะคือ พลังงานปริมานน้อยที่สุดที่ใช้เพื่อสลายพันธะระหว่างอะตอมในโมเลกุลสถานะแก๊ส ให้แยกออกเป็นอะตอมเดี่ยวในสถานะแก๊ส

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานพันธะกับความยาวพันธะ โดยสรุปได้ดังนี้ พันธะระหว่างอะตอมชนิดเดียวกัน พันธะเดี่ยวคือพันธะที่ใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะเพียง 1 คู่ จะมีค่าพลังงานพันธะน้อยที่สุด และมีระยะห่างระหว่างอะตอมมากกว่าพันธะคู่ และพันธะสาม ตามลำดับ
- นักเรียนศึกษาคำอย่างสาร โคเวเลนต์ที่สามารถเขียนสูตรได้หลายรูปแบบ เช่น SO_2 , C_6H_6 และ NO_2 เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับโมเลกุลเหล่านี้ ว่าเป็นปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ ที่โมเลกุลสามารถเขียนโครงสร้างได้หลายรูปแบบ เนื่องจากพันธะคู่ในโมเลกุลสามารถเคลื่อนที่ได้

- นักเรียนสรุปสมบัติของสารที่สามารถเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ได้ ลงในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ ดังนี้ สารใดเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ได้ จะมีความเสถียรมาก ความยาวพันธะและพลังงานในโมเลกุลจะเท่ากัน
 - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₂)**
- นักเรียนคำนวณหาพลังงานที่ใช้ในการสลายสารโคเวเลนต์ โดยศึกษาจากหลักการคำนวณหาค่าพลังงานของปฏิกิริยา ในตัวอย่างที่ 1 ในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
 - นักเรียนศึกษา แหล่งเรียนรู้ที่ครูแนะนำ เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
 - นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
5. **ขั้นประเมิน (Evaluation : E₃)**
- ครูสุ่มให้นักเรียนเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ พร้อมอธิบาย
 - นักเรียนตรวจความถูกต้องของคำตอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
 - www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=59141
 - www.satriwit3.ac.th/files/1107091616590962_1302080110705.ppt
 - www.youtube.com/watch?v=eiTuIHAPU5s
2. ประเภทสถานที่
 - ห้องสมุดโรงเรียน
 - ห้องปฏิบัติการเคมี

ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพหุคูณและพลังงานพหุคูณ
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 3 เรื่อง ความยาวพหุคูณและพลังงานพหุคูณ
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิยม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ
 รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสคติรี)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 รูปร่างโมเลกุล

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

รูปร่าง โมเลกุล โคเวเลนต์ขึ้นอยู่กับจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โคเคเดี่ยวรอบ อะตอมกลาง โดยอิเล็กตรอนคู่โคเคเดี่ยวรอบอะตอมกลางจะมีแรงผลักรุนแรงกว่าอิเล็กตรอนคู่ร่วม พันธะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำนายรูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์ และเขียนแสดงด้วย โครงสร้างลิวอิสได้

สาระการเรียนรู้

1. โมเลกุลที่อะตอมกลางไม่มีอิเล็กตรอนคู่โคเคเดี่ยว
2. โมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โคเคเดี่ยว

กิจกรรมการเรียนรู้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)**

- นักเรียนทบทวนเรื่องการเขียนสูตร โครงสร้างแบบลิวอิส ขนาดอะตอม ของ โมเลกุล CO_2 , CCl_4 , BF_3 , NH_4^+ , SF_6 , H_2O และ H_2Se
- นักเรียนได้ข้อค้นพบว่า ในโครงสร้าง โมเลกุล โคเวเลนต์ ที่มีหลายอะตอมมา รวมกัน แบ่งเป็นอะตอมกลาง และอะตอมล้อมรอบ มาใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน โดย อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันเรียกอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ ส่วนอิเล็กตรอนของอะตอม กลางที่ไม่ได้ใช้ร่วมพันธะ เรียก อิเล็กตรอนคู่โคเคเดี่ยว

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาตัวอย่าง โมเลกุล โคเวเลนต์ที่อะตอมกลาง ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และ โมเลกุล โคเวเลนต์ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว จากหนังสือเรียน เคมี เล่ม 1 สสวท. หรือใบความรู้ที่ 4 เรื่อง รูปร่าง โมเลกุล
- นักเรียนพิจารณาจำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ จำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รอบอะตอมกลาง และมุมของอะตอมกลาง
- นักเรียนศึกษาแบบจำลอง VSEPR (Valence-Shell Electron-Pair Repulsion Theory) เพื่อได้ข้อสรุปดังนี้ อิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางจะพยายามอยู่ห่างกันให้มากที่สุด โดยอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางจะมีแรงผลักรุนแรงกว่า อิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลางจะส่งผลต่อ รูปร่าง โมเลกุล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนเขียนแบบจำลอง VSEPR ที่ครูยกตัวอย่าง เช่น CO_2 , CCl_4 , BF_3 , NH_4^+ , SF_6 , H_2O และ H_2Se ในรูปแบบ AB_xE_y พร้อมทั้งบอกรูปร่าง โมเลกุล โคเวเลนต์
- นักเรียนบอกมุมระหว่างพันธะของรูปร่าง โมเลกุล แบบต่าง ๆ
- นักเรียนสรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปร่าง โมเลกุล โคเวเลนต์ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ และอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รอบอะตอมกลาง
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

- นักเรียนร่วมกันสร้าง โมเดลรูปร่าง โมเลกุล ในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 4 เรื่อง รูปร่าง โมเลกุล พร้อมทั้งเขียนชื่อรูปร่าง สูตรทั่วไป มุมพันธะ และยกตัวอย่างสาร โคเวเลนต์ที่มีรูปร่าง โมเลกุลดังกล่าว พร้อมทั้งนำเสนอหน้าห้อง
- นักเรียนเปรียบเทียบมุมพันธะกับจำนวนอิเล็กตรอนรอบอะตอมกลาง โดยสรุปว่า เมื่อจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวและอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ รอบอะตอมกลางมีมากขึ้น จะทำให้มุมระหว่างพันธะลดลง และในรูปร่าง โมเลกุลแบบเดียวกัน หาก อะตอมกลางมีขนาดใหญ่ จะทำให้ มุมพันธะมีขนาดแคบลง
- นักเรียนศึกษา แหล่งเรียนรู้ที่ครูแนะนำ เรื่อง รูปร่าง โมเลกุล

5. ชั้นประเมิน (Evaluation : E₂)

- ครูผู้สอนให้นักเรียนเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 4 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล พร้อมอธิบาย
- นักเรียนตรวจความถูกต้องของคำตอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1289
www.scimath.org/components/com.../211707vseprstructure131.ppt
<https://www.youtube.com/watch?v=WLXpgzrczD8&list=PLbaKhG4QyLPTJLA0F-z1xzB1aEloTBHlh>
2. ประเภทสถานที่
 ห้องสมุดโรงเรียน
 ห้องปฏิบัติการเคมี
 ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 4 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 4 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการ โรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนที่การจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง รูปร่างโมเลกุล

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสคติรี)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สภาพัฒและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/5 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

สาระสำคัญ

พันธะโคเวเลนต์ที่เกิดจากอะตอมที่ค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีเท่ากัน เป็นพันธะที่ไม่มีขั้ว ถ้าเกิดจากอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีไม่เท่ากันจะเป็นพันธะมีขั้ว สภาพัฒของพันธะและรูปร่างโมเลกุล

จะส่งผลถึงสภาพขั้วของ โมเลกุลและสมบัติทางกายภาพของ โมเลกุล เช่น การละลายน้ำ แรงยึดเหนี่ยว

จุดหลอมเหลว จุดเดือด เป็นต้น

แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลโคเวเลนต์ หรือแรงแวนเดอร์วาลส์ คือ แรงลอนดอนและแรงดึงดูดระหว่างขั้ว แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลโคเวเลนต์ที่เกิดจากธาตุไฮโดรเจนกับอะตอมของธาตุที่มีขนาดเล็กและมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง เรียกว่า พันธะไฮโดรเจน ยังมีสารโคเวเลนต์บางชนิดที่อะตอมยึดกันเป็น โครงผลึกกว้างตาข่ายจะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงมาก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายสภาพขั้วและทิศทางของขั้วของพันธะโคเวเลนต์และของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้
2. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลโคเวเลนต์ รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลกับจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ได้
3. บอกสมบัติที่แตกต่างกันของสารโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลไม่มีขั้ว โมเลกุลมีขั้ว และโครงผลึกกว้างตาข่ายได้

สาระการเรียนรู้

1. สภาพขั้ว
2. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
3. สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนทบทวนปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปร่างของโมเลกุล
- นักเรียนทำนายรูปร่างโมเลกุล CO₂, CCl₄, BF₃, NH₄⁺, SF₆, H₂O และ H₂Se พร้อมทั้งเขียนสูตรโครงสร้างแบบลิวอิส
- นักเรียนพิจารณาค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี(EN)ของแต่ละอะตอม และพิจารณาความแตกต่างของค่า EN ในแต่ละพันธะ
- นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับตำแหน่งของอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาเรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุล ตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 5 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
- นักเรียนบอกค่า EN ของธาตุใน โมเลกุลที่มีสองอะตอม เปรียบเทียบ ค่า EN ของธาตุ และเขียนแสดงขั้วพันธะ โดยอะตอมที่มีค่า EN มากจะมีสภาพขั้วเป็นลบ (δ⁻) ส่วนอะตอมที่มีค่า EN น้อย จะมีสภาพขั้วเป็นลบ(δ⁺)
- นักเรียนศึกษาโมเลกุลที่มีมากกว่า 1 พันธะ เช่น CO₂, CH₃Cl ดังนี้

Homonuclear		Heteronuclear	
$\delta^- \quad \delta^+ \quad \delta^+ \quad \delta^-$ $\longleftrightarrow \quad \longleftrightarrow$ CO ₂ O = C = O		$\begin{array}{c} \delta^+ \\ \text{H} \\ \\ \delta^- \quad \delta^+ \quad \delta^- \\ \text{C} \\ \\ \delta^+ \\ \text{H} \end{array}$ CH ₃ Cl H ^{δ+} - C ^{δ-} - Cl ^{δ-}	2.1 2.1 2.5 3.0 2.1
EN 3.5 2.5 3.5 ΔEN 1		EN H = 2.1, C = 2.5, Cl = 3.0 $\begin{array}{c} \\ 0.4 \\ \longleftrightarrow \\ 0.4 \end{array}$ ΔEN	

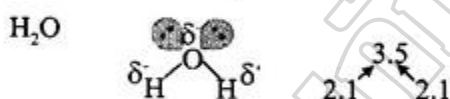
- นักเรียนเปรียบเทียบค่า EN ของแต่ละพันธะ เขียนสัญลักษณ์แทนขั้วพันธะ เขียนทิศทางของสภาพขั้วพันธะ และบอกได้ว่า

1) โมเลกุล CO_2 มีพันธะ $\text{C}=\text{O}$ จำนวน 2 พันธะ มีค่า $\Delta\text{EN} = 1$ แสดงว่า พันธะมีขั้ว

มี 2 พันธะ ทิศทางตรงข้าม หักล้างกันได้พอดี และเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

2) โมเลกุล CH_3Cl : มีพันธะ $\text{H}-\text{Cl}$ 1 พันธะ และ $\text{H}-\text{C}$ 3 พันธะ เป็นพันธะมีขั้วทั้งหมด มีค่า $\Delta\text{EN} = 0.5$ และ 0.4 ตามลำดับ แต่ทิศทางแตกต่างกัน ไม่สามารถหักล้างกันได้หมด แสดงว่า และเป็นโมเลกุลมีขั้ว

- นักเรียนศึกษาโมเลกุลของ H_2O ที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โคเคเดี่ยวเหลืออยู่



- นักเรียนเปรียบเทียบค่า EN ของแต่ละพันธะ เขียนสัญลักษณ์แทนขั้วพันธะ เขียนทิศทางของสภาพขั้วพันธะ และบอกได้ว่าโมเลกุลของ H_2O มีพันธะ $\text{H}-\text{O}$ 2 พันธะ มีค่า $\Delta\text{EN} = 1.4$ เท่ากัน แต่อยู่ในทิศทางที่ไม่สามารถหักล้างกันได้ แสดงว่า พันธะมีขั้ว และเป็นโมเลกุลมีขั้ว และทิศทางของขั้วชี้ไปทิศทางอะตอม
- นักเรียนศึกษาความสัมพันธ์ของสภาพขั้ว แรงยึดเหนี่ยว ที่มีผลต่อจุดหลอมเหลว และจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์

3. ขันอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับสภาพขั้วของโมเลกุล ดังนี้ โมเลกุลที่สภาพขั้วของพันธะมีทิศทางที่สามารถหักล้างกันได้ จะเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว แต่หากสภาพขั้วของพันธะมีทิศทางที่ไม่สามารถหักล้างกันได้ จะเป็นโมเลกุลมีขั้ว ซึ่งส่งผลต่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล

- นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างสภาพขั้วของโมเลกุลกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ทำให้ได้ข้อสรุป ดังนี้

โมเลกุลไม่มีขั้ว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เป็นแรงลอนดอน

โมเลกุลมีขั้ว มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เป็นแรงลอนดอน และแรงระหว่างขั้ว

โมเลกุลที่มีขั้วสูงมาก (H กับ F หรือ N) มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เป็นแรงลอนดอน และแรงระหว่างขั้ว และพันธะไฮโดรเจน

- นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ของ แรงยึดเหนี่ยว ที่มีผลต่อจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของสาร โคเวเลนต์ ได้ว่า สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลมากจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุลน้อยจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ
 - นักเรียนสรุปแรงยึดเหนี่ยวใน โมเลกุล โคเวเลนต์ โครงผลึกร่างตาข่าย เช่น เพชร แกรไฟต์ ซิลิกา และฟลูออรีน เพื่อได้ข้อสรุปว่า เป็น โมเลกุล โคเวเลนต์ขนาดใหญ่ มีพันธะ โคเวเลนต์ยึดเหนี่ยวกันทั้งสามมิติ คล้ายตาข่าย ส่งผลให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงมาก และหากมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่จะทำให้สารนั้นสามารถทำไฟฟ้าได้
 - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₂)**
- นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ จากน้อยไปมากได้ดังนี้ สารโคเวเลนต์ไม่มีขั้ว < สารโคเวเลนต์มีขั้ว < สารโคเวเลนต์ โครงผลึกร่างตาข่าย
 - นักเรียนร่วมกันทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 5 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์
 - นักเรียนศึกษา แหล่งเรียนรู้ที่ครูแนะนำ เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์
5. **ขั้นประเมิน (Evaluation : E₃)**
- ครูสุ่มให้นักเรียนเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 5 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ พร้อมอธิบาย
 - นักเรียนตรวจความถูกต้องของคำตอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี

http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/3042/

www.satit.nu.ac.th/Science/pdf/แรงยึดเหนี่ยว.ppt

<https://www.youtube.com/watch?v=E2wf81LMwho>

2. ประเภทสถานที่

ห้องสมุด โรงเรียน

ห้องปฏิบัติการเคมี

ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 5 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 5 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์
 รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสตศิริ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การเกิดสารประกอบไอออนิก

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

อะตอมของธาตุเมื่อให้หรือรับอิเล็กตรอนจะเกิดเป็น ไอออนบวกหรือลบ ตามลำดับ ไอออนบวกและไอออนลบจะยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน เรียกว่าพันธะไอออนิก เกิดเป็นสารประกอบ ไอออนิก ที่จัดเรียงตัวเป็น โครงผลึกที่มีรูปร่างแน่นอน ไอออนบวกรวมอยู่กับ ไอออนลบต่อเนื่องสลับกัน ไปทั้งสามมิติ โครงสร้างของผลึกจะขึ้นกับสัดส่วนของจำนวนประจุและขนาดของไอออน

สูตรของสารประกอบไอออนิกแสดงเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนบวกและไอออนลบที่ทำให้ผลรวมของประจุเป็นศูนย์ โดยเรียกชื่อ ไอออนบวกตามด้วยไอออนลบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดไอออน การเกิดพันธะไอออนิกได้
2. อธิบายเกี่ยวกับ โครงสร้างและปัจจัยที่มีผลต่อ โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้
3. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกได้

สาระการเรียนรู้

1. การเกิดพันธะไอออนิก
2. โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก
3. การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก

กิจกรรมการเรียนรู้

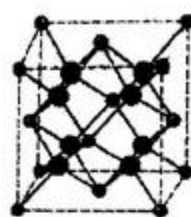
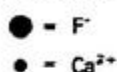
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- ครูทบทวนเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวภายใน โมเลกุล ที่มีอยู่ 3 ชนิด คือ พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก และพันธะโลหะ
- นักเรียนศึกษาแบบจำลองการจัดเรียงตัวของสารประกอบไอออนิก เช่น NaCl ซึ่งจะเรียงสลับไอออนบวก(Na^+) กับไอออนลบ(Cl^-) ทั้ง 3 มิติ และโมเลกุลอื่น เช่น CaF_2 ZnS
- นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ และการปรับตัวให้เสถียรของธาตุตามกฎออกเตต ดังนี้

ธาตุ	จัดเรียงอิเล็กตรอน	ค่า EN	ค่า EA	แนวโน้มการปรับตัว
$_{11}\text{Na}$	2 8 1	ต่ำ	สูง	เสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนกลายเป็น Na^+
$_{20}\text{Ca}$	2 8 8 2	ต่ำ	สูง	เสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนกลายเป็น Ca^{2+}
$_{8}\text{O}$	2 6	สูง	ต่ำ	รับอิเล็กตรอนกลายเป็น O^{2-}
$_{17}\text{Cl}$	2 8 7	สูง	ต่ำ	รับอิเล็กตรอนกลายเป็น Cl^-

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาค้นคว้า ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก หรือ หนังสือเรียนเคมี เล่ม 1 สสวท.
- นักเรียนศึกษาโครงสร้างสารประกอบไอออนิก ในแบบต่าง ๆ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ สัดส่วนจำนวนไอออนบวกและไอออนลบใน โครงสร้างสารประกอบไอออนิก
- นักเรียนได้นำเสนอรูปแบบที่สนใจ ระบุจำนวนไอออนบวกที่ล้อมรอบไอออนลบ และระบุจำนวนไอออนลบที่ล้อมรอบไอออนบวก เพื่อสามารถหาสัดส่วนของไอออนบวกและไอออนลบได้
- นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก ซึ่งเป็นสูตรเพื่อแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนธาตุที่เป็นองค์ประกอบ เช่น

Fluorite (CaF₂)

โครงสร้างสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์ Ca²⁺ แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย F⁻ 8 ไอออนและ F⁻ แต่ละไอออนจะถูกล้อมรอบด้วย Ca²⁺ 4 ไอออน มีอัตราส่วนอย่างต่ำของ Ca²⁺ กับ F⁻ เป็น 1 : 2 สามารถเขียนเป็นสูตรอย่างง่ายได้ CaF₂

- นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนสูตร โดยการพิจารณาจากแนวโน้มการปรับตัวของธาตุ โดยพิจารณาค่าประจุของประจุไอออนบวกและไอออนลบ เนื่องจากประจรรวมต้องเท่ากับศูนย์ โดยการคูณไขว้ระหว่าง Ca²⁺ กับ F⁻ จะได้สูตรอย่างง่ายเป็น CaF₂

- นักเรียนศึกษาการอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก ได้ดังนี้ เขียนและอ่านชื่อของไอออนบวกก่อน ตามด้วยชื่อของไอออนลบ โดยไม่มีคำว่าไอออน และเปลี่ยนเสียงสุดท้ายของไอออนลบเป็นเสียงไอต์ โดยไม่อ่านจำนวนของไอออน แต่จะระบุเลขออกซิเดชันของธาตุที่สามารถเกิดเลขออกซิเดชันได้หลายค่า เช่น



3. ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนร่วมกันสรุปการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก ได้ดังนี้
 - 1) เขียนไอออนบวกก่อนไอออนลบ
 - 2) รวมประจุให้เท่ากับศูนย์โดยการคูณไขว้ และหาอัตราส่วนอย่างต่ำ
- นักเรียนร่วมกันสรุปการอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก ได้ดังนี้
 - 1) อ่านชื่อไอออนบวกก่อน ตามด้วยเลขประจุของไอออนบวก ถ้ามีได้หลายค่า
 - 2) อ่านชื่อไอออนลบ โดยเปลี่ยนเสียงสุดท้ายเป็น -ไอต์ (-ide) กรณีเป็นธาตุอโลหะ
 - 3) ไม่อ่านคำว่า ไอออน
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม

4. ขยายความรู้ (Elaboration : E₂)

- นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างจากการอ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์กับสารประกอบไอออนิกได้ว่า ไม่อ่านจำนวนของไอออนที่เป็นองค์ประกอบ แต่จะระบุเลขออกซิเดชันของธาตุที่สามารถเกิดเลขออกซิเดชันได้หลายค่า
- นักเรียนบอกความคล้ายกันของการเขียนชื่อสารประกอบโคเวเลนต์กับสารประกอบไอออนิกได้ว่า เป็นการเขียนชื่อที่เรียงตามค่า EN จากน้อยไปมาก เช่นเดียวกัน
- นักเรียนศึกษา แหล่งเรียนรู้ที่ครูแนะนำ เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก
- นักเรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจ และบอกอัตราส่วนไอออนของสารอื่น ๆ โดยการทำให้แบบฝึกเสริมทักษะที่ 6 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก

5. ขั้นประเมิน (Evaluation : E₃)

- ครูสุ่มให้นักเรียนเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 6 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก
- นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
 - http://www.geocities.ws/chemical_bond_project/ionic9.htm
 - http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/ionic.htm
 - <https://www.youtube.com/watch?v=7nYuiLMpJoY>
2. ประเภทสถานที่
 - ห้องสมุด โรงเรียน
 - ห้องปฏิบัติการเคมี
 - ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 7 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 7 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนที่การจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การเกิดสารประกอบไอออนิก

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสคติ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 สมบัติของสารประกอบไอออนิก

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

การเกิดสารประกอบไอออนิก มีสมมติฐานว่าเกิดขึ้นหลายขั้นตอน แต่ละขั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ซึ่งอาจเป็นการคายพลังงานหรือดูดพลังงาน

สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของแข็ง เปราะ แตกหักง่าย มีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดสูง เป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่เมื่อทำให้หลอมเหลวหรือละลายน้ำจะนำไฟฟ้า ส่วนใหญ่ละลายน้ำ แต่บางชนิดละลายได้น้อยหรือไม่ละลาย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก และสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิกได้
2. อธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก พร้อมทั้งเขียนสมการ ไอออนิกและสมการ ไอออนิกสุทธิได้

สาระการเรียนรู้

1. พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก
2. สมบัติของสารประกอบไอออนิก

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนทบทวนเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก ที่เกิดจากการรวมกันของไอออนบวก และ ไอออนลบ
- นักเรียนหาความสัมพันธ์ของธาตุกับไอออน โดยใช้กฎออกเตต จะได้ว่า ธาตุโลหะ มีค่า IE₁ ต่ำ จึงมีแนวโน้มในการเสียอิเล็กตรอน กลายเป็น ไอออนบวก ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของแข็ง ส่วนธาตุอโลหะ มีค่า IE₁ สูง และมีค่า EA ต่ำ จึงมีแนวโน้มในการรับอิเล็กตรอน กลายเป็น ไอออนลบ ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นแก๊ส

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาค้นคว้า ใบความรู้ที่ 7 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก หรือ หนังสือหนังสือเรียนเคมี เล่ม 1 สสวท.
- นักเรียนศึกษาวัฏจักร บอร์น - ฮาเบอร์ (Born - Haber cycle) ดังภาพที่ 19 ในแบบฝึกเสริมทักษะ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้น โดยตั้งสมมติฐานว่าการเกิดสารประกอบไอออนิกชนิดหนึ่ง ๆ มีหลายขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเกิดขึ้นด้วย ดังตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง โลหะ โซเดียมกับแก๊สคลอรีน ดังนี้
 - 1) โลหะสูญเสียพลังงานเพื่อเปลี่ยนสถานะจากของแข็งระเหิดเป็นแก๊ส เรียก พลังงานการระเหิด (Heat of Sublimation : ΔH_{sub})
 - 2) อะตอมของโลหะในสถานะแก๊ส มีค่า IE₁ ต่ำ ใช้พลังงานเพื่อจ่ายอิเล็กตรอนกลายเป็นไอออนบวก เรียก พลังงานไอออไนเซชัน (Ionization Energy : IE)
 - 3) อโลหะซึ่งอยู่ในสถานะแก๊ส ใช้พลังงานเพื่อสลายพันธะภายในโมเลกุล เรียกว่า พลังงานการสลายพันธะ (Dissociation Energy : D)
 - 4) อะตอมอโลหะ มีค่า EA ต่ำ คายพลังงานเพื่อรับอิเล็กตรอนเพิ่ม กลายเป็น ไอออนลบ เรียกว่า สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน (Electron Affinity : EA)
 - 5) ไอออนบวกและไอออนลบเกิดแรงยึดเหนี่ยวกันทั้งสามมิติ เป็น โครงผลึก มีสถานะเป็นของแข็ง เรียกพลังงานโครงผลึก หรือ พลังงานแลตทิซ (Lattice energy : U)

- นักเรียนศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารประกอบไอออนิก ในด้านความสามารถในการนำไฟฟ้า สถานะ จุดหลอมเหลวและจุดเดือด ความแข็งและความหนาแน่นของผลึก และสภาพการละลายน้ำ

3. ข้ออธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนศึกษาพลังงานของแต่ละขั้นตอน และได้ข้อสรุปว่า ปฏิริยาที่มีการดูดพลังงาน มากกว่าพลังงานที่คายออกมา จะจัดเป็นปฏิริยาแบบดูดพลังงาน ค่า ΔH_r จะมีเครื่องหมายเป็นบวก ในทางตรงกันข้ามปฏิริยาที่คายพลังงานมากกว่าพลังงานดูดเข้าไป จัดเป็นปฏิริยาแบบคายพลังงาน ค่า ΔH_r จะมีเครื่องหมายเป็นลบ
- นักเรียนศึกษาปัจจัยที่ทำให้สารประกอบไอออนิกสามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวหรือเป็นสารละลาย จากภาพ 20 การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิกในสถานะต่าง ๆ ควรได้ข้อสรุปว่า เมื่อหลอมเหลวหรือเป็นสารละลาย ไอออนจะหลุดออกจากโครงผลึก สามารถเคลื่อนที่ได้ จึงสามารถนำไฟฟ้าได้
- นักเรียนศึกษาปัจจัยที่ทำให้สารประกอบไอออนิกจึงมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดที่สูงกว่าสารประกอบโคเวเลนต์ เนื่องจาก พันธะไอออนิกเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวของประจุไฟฟ้าซึ่งมีความแข็งแรงสูง ขาดต่อการทำให้แยกออกจากกัน อีกทั้งยังมีลักษณะการยึดเหนี่ยวที่ต่อเนื่องกันเป็นผลึก การที่จะทำให้สารประกอบไอออนิกเปลี่ยนสถานะจึงต้องอาศัยพลังงานจำนวนมากในการทำลายแรงยึดเหนี่ยว ส่งผลให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าสารประกอบโคเวเลนต์
- นักเรียนศึกษาปัจจัยที่ทำให้สารประกอบไอออนิกเป็นของแข็ง แต่ก่อนข้างประาดังแสดงใน ภาพ 21 การจัดเรียงไอออนบวกและไอออนลบในสารประกอบไอออนิก ได้ข้อสรุปดังนี้ เนื่องจากสารประกอบไอออนิกเกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกและไอออนลบต่อเนื่องกันทั้งสามมิติ เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุจะผลักให้ชั้นไอออนบวกและไอออนลบเคลื่อนจากตำแหน่งเดิม ไม่สมดุลมีแรงผลักระหว่างประจุเดียวกัน ทำให้ผลึกแตกออกจากกัน
- นักเรียนศึกษาสภาพการละลายน้ำ ของสารประกอบไอออนิก ดังแสดงใน ภาพ 22 แผนภาพการละลายน้ำของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำได้ข้อสรุปว่า เมื่อของแข็งไอออนิกถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำ โดยโมเลกุลของน้ำจะหันด้านที่มีขั้วตรง

ข้ามเข้าหากัน เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับโซเดียมไอออนและ
คลอไรด์ไอออน จะคายพลังงานออกมาปริมาณหนึ่ง เรียก พลังงานไฮเดรชัน

- ครูเปิด โอกาสให้นักเรียนซักถาม

4. ขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

- นักเรียนช่วยกันบอกความแตกต่างระหว่างคุณสมบัติ จุดหลอมเหลวและจุดเดือด
ของสารประกอบโคเวเลนต์และสารประกอบไอออนิก
- นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลาย โดยได้ข้อ
สรุปว่า สารประกอบไอออนิกที่มีพลังงานแลตทิซมากกว่าพลังงานไฮเดรชัน
จะไม่ละลายน้ำ สารประกอบไอออนิกที่มีพลังงานแลตทิซเท่ากับพลังงานไฮเดร
ชัน จะละลายน้ำได้บ้าง สารประกอบไอออนิกที่มีพลังงานแลตทิซน้อยกว่า
พลังงานไฮเดรชัน จะละลายน้ำได้ดี
- นักเรียนศึกษา แหล่งเรียนรู้ที่ครูแนะนำ เรื่อง สมบัติและปฏิกิริยาของ
สารประกอบไอออนิก

5. ประเมิน (Evaluation : E₅)

- ครูสุ่มให้นักเรียนเฉลยแบบฝึกเสริมทักษะที่ 7 เรื่อง สมบัติของสารประกอบ
ไอออนิก
- นักเรียนตรวจความถูกต้องของคำตอบ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
www.nmt.ac.th/home/online-test/scitest-4.html
www.kr.ac.th/elearning/file.php?file=/455/ionic2.doc
www.tta.in.th/uploadfile/1219/SC-13-425-199-1219.pptx

2. ประเภทสถานที่
 - ห้องสมุดโรงเรียน
 - ห้องปฏิบัติการเคมี
 - ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 7 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 7 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง สมบัติของสารประกอบไอออนิก

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสตศิริ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารประกอบไอออนิก

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

เมื่อสารประกอบไอออนิกละลายน้ำจะเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนกับ โมเลกุลของน้ำ แยกเป็น ไอออนบวกและ ไอออนลบในสารละลาย เขียนแสดงในรูป สมการไอออนิก การเขียนสมการไอออนิกที่แสดงเฉพาะ ไอออนที่เข้าทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ เรียกว่า สมการไอออนิกสุทธิ

เมื่อผสมสารละลายของสารประกอบไอออนิกบางคู่ ไอออนอิสระจะทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกชนิดอื่น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารประกอบไอออนิก เมื่อละลายน้ำ และปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

สาระการเรียนรู้

1. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนทบทวนการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น การเกิดสนิมของเหล็ก การสุกของผลไม้ การเผาไหม้ การทอดไข่ จะทำให้ได้ข้อสรุปว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ การเกิดสารใหม่ที่จะกลับมาเป็นสารเดิมได้ยาก สังเกตจากการเกิดตะกอน แก๊ส หรือสี
- นักเรียนทบทวนสมบัติและการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก ซึ่งจะทำให้ไอออนบวกและไอออนลบแตกตัวเป็นไอออนอยู่ในของเหลว และถ้านำสารละลาย 2 ชนิดมาผสมกันจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่
- นักเรียนทบทวนสภาพการละลายของสารประกอบไอออนิก ดังนี้
 - 1) ละลายน้ำได้ : นำไฟฟ้าได้
เช่น โลหะหมู่ I, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , CN^- , ClO_3^- , ClO_4^- , HCO_3^- , HSO_4^- , H_2PO_4^- , CH_3COOH
 - 2) ละลายน้ำไม่ได้ : ไม่นำไฟฟ้า
เช่น O^{2-} , S^{2-} , OH^- จับโลหะตกตะกอน ยกเว้น หมู่ I และ II (Sr ลงมา) Ag, Hg, Pb จับหมู่ VII ตกตะกอน ยกเว้น PbCl_2 กับ HgCl_2 ละลายน้ำ CO_3^{2-} , SO_4^{2-} จับหมู่ II ตกตะกอน ยกเว้น MgSO_4 ละลายน้ำ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนศึกษาค้นคว้า ใบความรู้ที่ 8 เรื่อง ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก หรือ หนังสือหนังสือเรียนเคมี เล่ม 1 สสวท.
- นักเรียนศึกษาตัวอย่างปฏิกิริยาระหว่างสารละลาย $\text{Ca}(\text{OH})_2$ กับ Na_2CO_3 และฝึกเขียนสมการไอออนิกด้วยตนเองในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 8 เรื่อง ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
- นักเรียนศึกษาใบงานการทดลองที่ 1 เรื่อง ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลอง 3 นาที โดยอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้
 - 1) สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
 - 2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
 - 3) วิธีการใช้อุปกรณ์ เช่น การใช้หลอดจึดยา การเขย่าหลอดทดลอง
 - 4) วิธีการทดลอง

- นักเรียนทำการทดลองตามใบงานที่ 2 สังเกตลักษณะของสารก่อนทำปฏิกิริยา และหลังการทำปฏิกิริยา แล้วบันทึกผล โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองกลุ่มละชนิด
- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลที่ได้มาเขียนบนกระดานและอภิปรายร่วมกันเพื่อได้ผลการทดลองครบทุกสาร
- การอภิปรายหลังการทดลอง ควรได้ข้อสรุปว่า
 - 1) เมื่อผสมสารละลาย 2 ชนิดเข้าด้วยกัน แล้วไม่มีตะกอนเกิดขึ้น แสดงว่าไอออนในสารละลายไม่รวมตัวกัน จึงไม่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
 - 2) เมื่อผสมสารละลายสองชนิดเข้าด้วยกันแล้วมีตะกอนเกิดขึ้น แสดงว่าไอออนในสารละลายรวมตัวกันเกิดเป็นสารใหม่ที่ไม่ละลายน้ำ หรือมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

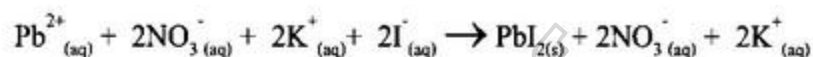
- นักเรียนสังเกตเห็นตะกอนที่เกิดขึ้น ได้และบันทึกผลการทดลอง ตัวแทนนักเรียนออกมาเขียนชื่อตะกอนที่พบบนกระดาน
- นักเรียนทำการทดลองซ้ำและสรุปผลการทดลอง ได้ข้อสรุปดังนี้
 - 1) เมื่อผสมสารละลายของสารประกอบไอออนิกบางคู่ ไอออนอิสระจะทำปฏิกิริยากัน เกิดเป็นสารประกอบไอออนิกชนิดอื่น ๆ เรียกว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น
 - 2) สมการไอออนิกสุทธิ คือ สมการที่แสดงไอออนของสารประกอบไอออนิกของสารใหม่ที่เกิดขึ้น เช่น ตะกอน แก๊ส หรือ ลี
- นักเรียนร่วมกันเก็บอุปกรณ์และสารเคมีที่ทำการทดลองให้เป็นระเบียบเรียบร้อย
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม

4. ชั้นขยายความรู้ (Elaboration : E₄)

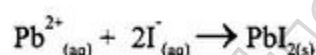
- นักเรียนร่วมกันตอบคำถามหลังการทดลอง ว่าสารที่ผสมกันคู่ใดบ้างที่เกิดปฏิกิริยาเคมี โดยได้ข้อสรุปว่า มีสารใหม่(ตะกอน)เกิดขึ้น 6 ชนิด คือ $PbI_2(s)$ $PbCO_3(s)$ $PbCl_2(s)$ $BaCO_3(s)$ $KOH(s)$ และ $CaCO_3(s)$
- นักเรียนเขียนสมการไอออนิก และสมการไอออนิกสุทธิจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการผสมสาร 2 ชนิด เข้าด้วยกัน เช่น

1) ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ กับ KI

สมการไอออนิก

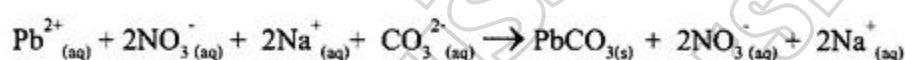


สมการไอออนิกสุทธิ

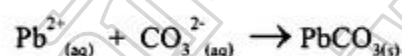


2) ปฏิกริยาระหว่างสารละลาย $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ กับ Na_2CO_3

สมการไอออนิก



สมการไอออนิกสุทธิ



5. ชั้นประเมิน (Evaluation : E₂)

- นักเรียนนำเสนอและอธิบายหลักการเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ หน้ากระดาน
- ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนสมการ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี

<http://www.ponglearning.com/?p=1231>

http://www.satriwit3.ac.th/external_newsblog.php?links=1286

<https://www.youtube.com/watch?v=L0Xt8U4Y1ik>

2. ประเภทสถานที่

ห้องสมุดโรงเรียน

ห้องปฏิบัติการเคมี

ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 8 เรื่อง ปฏิบัติของสารประกอบไอออนิก
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 8 เรื่อง ปฏิบัติของสารประกอบไอออนิก
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิยม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิก
 รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน
 (นางสาวนวรรณ์ โสคติ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 พันธะโลหะ

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ ว30229

เวลา 2 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 / 2557

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและใน โมเลกุลของสาร

สาระสำคัญ

อะตอมของธาตุโลหะยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโลหะ เกิดจากอะตอมใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อย่างอิสระ ส่งผลถึงคุณสมบัติทางกายภาพของโลหะ ดังนี้ โลหะนำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง นำไปตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ และสะท้อนแสงได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และใช้ความรู้เรื่องพันธะโลหะอธิบายสมบัติของโลหะได้

สาระการเรียนรู้

1. พันธะโลหะ
2. สมบัติของพันธะโลหะ
3. การนำไปใช้ประโยชน์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement : E₁)

- นักเรียนศึกษาตัวอย่างโลหะในชีวิตประจำวัน เช่น ไม้บรรทัดโลหะ ตะปู ลวดทองแดง แผ่นสังกะสี ช้อนอะลูมิเนียม เข็มขัดนาก โลหะโซเดียมในน้ำมันปรอทในเทอร์โมมิเตอร์
- ตัวแทนนักเรียนออกมาทดลองตัด พับ ดึง โลหะตัวอย่าง สังเกตความเหมือนและความแตกต่าง โดยได้ข้อสรุปดังนี้

- 1) โลหะส่วนใหญ่ มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท และซีเซียม
ที่มีสถานะเป็นของเหลว
 - 2) โลหะที่เป็นของแข็ง จะเคาะแล้วมีเสียงดังกัง ไม่เปราะหรือแตกง่ายเหมือน
สารประกอบไอออนิก
 - 3) โลหะสะท้อนแสงได้ นำความร้อนได้ดี นำไฟฟ้าได้ดี ตีเป็นแผ่น
ดิ่งเป็นเส้นได้
- นักเรียนบอกคุณสมบัติเกี่ยวกับธาตุโลหะ ดังนี้ มีค่า IE_1 ต่ำ เป็นของแข็ง
เกิดปฏิกิริยาได้ดี จุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration : E₂)

- นักเรียนร่วมกันหาศึกษาใบความรู้ที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ หรือ หนังสือหนังสือ
เรียนเคมี เล่ม 1 สสวท.
- นักเรียนร่วมกันศึกษาแบบจำลองอเล็กตรอนในก้อนโลหะ เพื่อให้ได้ข้อสรุป
เกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวภายในก้อนโลหะ โดยได้ข้อสรุปดังนี้ แรงยึดเหนี่ยวใน
ก้อนโลหะ คือ แรงดึงดูดระหว่างอะตอมของโลหะที่อยู่ในรูปไอออนบวกที่เรียง
ชิดติดกันกับกลุ่มอเล็กตรอนอิสระที่อยู่โดยรอบ เนื่องจาก โลหะมีค่าพลังงานไอ
ออไนเซชันต่ำจึงเสียเวเลนซ์อเล็กตรอนได้ง่าย ทำให้เกิดกลุ่มหมอกของ
อเล็กตรอนเคลื่อนที่ทั่วทั้งก้อนของโลหะ
- นักเรียนศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่ครูแนะนำ เรื่อง พันธะโลหะ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation : E₃)

- นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติเรื่องจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของโลหะ
หมู่ IA และ หมู่ IIA เช่น Na กับ Mg พบว่า Mg มีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดสูง
กว่า Na เพราะ Mg แต่ละอะตอม มีเวเลนซ์อเล็กตรอน 2 อเล็กตรอน ที่เคลื่อนที่
รอบอิสระไปได้ทั่วทั้งก้อน ทำให้นิวเคลียสมีประจุ +2 เป็น Mg^{2+} และมีขนาดเล็ก
กว่า Na^+ ซึ่ง ทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสและเวเลนซ์อเล็กตรอนได้
มากกว่า ส่งผลให้ Mg มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่า Na
- นักเรียนศึกษาเหตุผลที่ทำให้โลหะ ส่วนใหญ่จะเป็นของแข็งเคาะเสียงดังกังวาน
โดยได้ข้อสรุปดังนี้ ในก้อนโลหะมีการจัดเรียงอนุภาคชิดกันมาก ทำให้การ
สั่นสะเทือนของอนุภาคในก้อนโลหะส่งแรงสั่นสะเทือน ไปถึงกันอย่างรวดเร็ว
จึงเกิดเสียงออกมาด้วยความถี่ค่อนข้างสูงเป็นเสียงกังวาน

- นักเรียนศึกษาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในแท่งโลหะ ในภาพที่ 25 ใบความรู้ที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ จะพบว่า อิเล็กตรอนเคลื่อนที่โดยอิสระ แต่เมื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งโลหะมีความต่างศักย์ไฟฟ้า เช่น ต่อไว้กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าภายในแท่งโลหะ แรงจากสนามไฟฟ้าจะทำให้อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่อย่างเป็นระเบียบ จึงมีกระแสไฟฟ้าในแท่งโลหะ ดังนั้น กระแสไฟฟ้าในโลหะจึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
- จากที่ตัวแทนนักเรียนออกมาทดลองตัด พับ ดึง โลหะตัวอย่าง และศึกษาการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ ทำให้ได้ข้อสรุปว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อโลหะ จะทำให้ชั้นของอะตอมโลหะเลื่อนไหลจากเดิม แต่ไม่ขาดจากกัน เนื่องจากถูกดึงดูดด้วยกลุ่มเวเลนซ์อิเล็กตรอนจำนวนมากทั่วอะตอม
- นักเรียนศึกษาการนำความร้อนของโลหะ และได้ข้อสรุปว่า เมื่อให้ความร้อนแก่โลหะเวเลนซ์อิเล็กตรอนจะมีพลังงานสูงขึ้น จึงเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น เมื่อเกิดการชนกันจะถ่ายโอนพลังงานบางส่วนแก่กันและถูกถ่ายโอนต่อเนื่องกันไปทั่วทั้งก้อน
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม

4. ขยายความรู้ (Elaboration : E₂)

- นักเรียนศึกษาการนำโลหะบริสุทธิ์ และ โลหะผสม(Alloy) มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น
 - 1) อะลูมิเนียม (Al) ใช้ทำสายไฟฟ้าแรงสูง และส่วนประกอบของเครื่องบิน
 - 2) ทังสเตน (W) ใช้ทำไส้หลอดไฟฟ้า
 - 3) เหล็ก (Fe) ใช้ทำแผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี ใช้มุงหลังคา ผสมโครเมียม (Cr) ทำให้เหล็กเหนียว แข็ง เป็นเหล็กกล้ากันสนิม (stainless steel)
 - 4) ทองแดง (Cu) ใช้ทำสายไฟ
 - ผสมกับสังกะสี (Zn) เรียก ทองเหลือง ใช้ทำกุญแจ กรอบประตู
 - ผสมกับดีบุก (Sn) เรียก ทองสัมฤทธิ์ ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ระวัง
 - ผสมนิกเกิล (Ni) ใช้ทำชิ้นส่วน เบริลลูมบอร์ และ โลหะรูปพรรณ
 - ผสมทองคำ (Au) เรียก นาก ทำเครื่องประดับ เช่น เข็มขัดนาก สร้อยนาก

5. ชั้นประเมิน (Evaluation : E₂)

- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเปรียบเทียบคุณสมบัติเกี่ยวกับ สถานะ ความเหนียว จุดหลอมเหลวและจุดเดือด การนำไฟฟ้า การละลายน้ำ ของพันธะโลหะที่แตกต่างจากพันธะโคเวเลนต์และพันธะไอออนิก และบันทึกลงในแบบฝึกเสริมทักษะที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ

สื่อการเรียนรู้

1. แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. หนังสือแบบเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แหล่งการเรียนรู้

1. ประเภทเทคโนโลยี
http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry1/chemical_bonding/metallic.htm
<http://www.nmt.ac.th/product/bond/221.htm>
<https://www.youtube.com/watch?v=dWGh1TiwJu8>
2. ประเภทสถานที่
 ห้องสมุดโรงเรียน
 ห้องปฏิบัติการเคมี
 ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต

การวัดผลและประเมินผล

วิธีวัดผลและประเมินผล

1. การทำแบบฝึกเสริมทักษะที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ
2. การสังเกต
3. การทำแบบทดสอบ

เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบฝึกเสริมทักษะที่ 9 เรื่อง พันธะโลหะ
2. แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน
3. แบบทดสอบ

เกณฑ์การวัดผลประเมินผล

1. นักเรียนทำแบบฝึกเสริมทักษะได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
2. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
3. นักเรียนมีคะแนนคุณลักษณะ ตั้งแต่ 6 คะแนน ขึ้นไป
4. นักเรียนทำแบบทดสอบได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 50

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(นายบรรจบ ไชยสาร)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(นายนิคม รอดเนียม)

ข้อเสนอแนะ

(ลงชื่อ) _____ ผู้อำนวยการโรงเรียน
(นายปริญญา ผาคำ)

แบบบันทึกผลหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง พันธะโลหะ

รายวิชา สมบัติของธาตุและสารประกอบ รหัสวิชา ว30229 จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1. เวลาในการสอน

ตรงตามแผน	น้อยกว่าแผน	มากกว่าแผน
บันทึกเพิ่มเติม _____	_____	_____

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรม

2.1 ด้านความรู้ ความเข้าใจ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.3 ด้านคุณธรรม จริยธรรม	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
2.4 ด้านสมรรถนะที่สำคัญ	ตรงตามแผน	ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____
บันทึกเพิ่มเติม _____		

3. การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

4. การวัดและประเมินผล

ตรงตามแผน	
ไม่ตรงตามแผน เพราะ _____	
บันทึกเพิ่มเติม _____	

5. แนวทางการพัฒนา

(ลงชื่อ) _____ ครูผู้สอน

(นางสาวนวรรณ์ โสคติ)

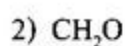
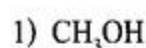
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี

รายวิชา สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ รหัสวิชา ว 30229 จำนวน 30 ข้อ เวลา 50 นาที

คำชี้แจง จงกา X ลงในกระดาษคำตอบในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

- หลักฐานสำคัญที่แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร
 - สารมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน
 - สารบางชนิดมีสมบัติการนำไฟฟ้า
 - การทำให้สารเปลี่ยนสถานะต้องใช้พลังงาน
 - สารแต่ละชนิดมีรูปร่างแตกต่างกัน
- เพราะเหตุใด อโลหะจึงยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์
 - อโลหะมีค่า EN สูงเสียอิเล็กตรอนง่าย
 - อโลหะมีค่า EN สูงเสียอิเล็กตรอนยาก
 - อโลหะมีค่า EN ต่ำเสียอิเล็กตรอนง่าย
 - อโลหะมีค่า EN ต่ำเสียอิเล็กตรอนยาก
- สารในข้อใดที่มีสูตรไม่เป็นไปตามกฎออกเตต
 - SO_3
 - CO_3^{2-}
 - NO_2
 - ClO
- สูตรของสารประกอบระหว่างธาตุ $_9\text{X}$ กับ $_{15}\text{Y}$ คือข้อใด
 - XY_3
 - X_3Y
 - XY_4
 - X_4Y
- การอ่านชื่อสารข้อใดผิด
 - SiS_2 ซิลิคอนไดซัลไฟด์
 - F_2O ไดฟลูออรีนออกไซด์
 - BF_3 โบรอนไตรฟลูออไรด์
 - N_2O_3 ไนโตรเจนไดออกไซด์

6. จงพิจารณาความยาวพันธะในโมเลกุลต่อไปนี้



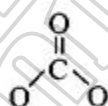
ก. $1 > 2 > 3$

ข. $3 > 1 > 2$

ค. $2 > 3 > 1$

ง. $3 > 2 > 1$

7. ถ้าสูตรแบบเส้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอเนตไอออน เขียนได้ดังนี้



จงเปรียบเทียบความยาวพันธะ C - O ของคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอเนตไอออน พร้อมด้วยเหตุผล

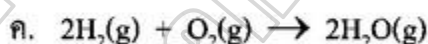
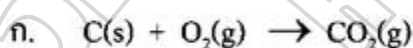
ก. ความยาวพันธะ C - O ของ CO_2 ยาวกว่า เพราะพันธะ C - O ทั้งสองเป็นพันธะคู่

ข. ความยาวพันธะ C - O ของ CO_2 สั้นกว่า เพราะพันธะ C - O ทั้งสองเป็นพันธะคู่

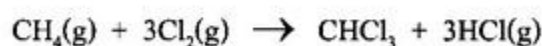
ค. ความยาวพันธะ C - O ของ CO_2 ยาวกว่า เพราะพันธะ C - O หนึ่งเป็นพันธะเดี่ยว อีกพันธะเป็นพันธะสาม

ง. ความยาวพันธะ C - O ของ CO_2 ยาวกว่า เพราะพันธะ C - O ทั้งสองเป็นพันธะเดี่ยว

8. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่สันนิษฐานได้ว่าจะเป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน



9. เมื่อแก๊สมีเทนทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน เกิดแก๊สไตรคลอโรมีเทน 1 mol ดังสมการ จะดูดหรือคายพลังงานเท่าใด



กำหนดให้ พลังงานพันธะเฉลี่ย (kJ/mol) (H - Cl = 436, C - H = 413, C - Cl = 339, Cl - Cl = 242)

ก. ดูดพลังงาน 38 kJ

ข. ดูดพลังงาน 76 kJ

ค. คายพลังงาน 94 kJ

ง. คายพลังงาน 32 kJ

10. โมเลกุลในข้อใดไม่สามารถเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ได้

- ก. SO_2
- ข. SO_3
- ค. CO_3^{2-}
- ง. CO_2

11. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1). ปรากฏการณ์ที่ทำให้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสได้มากกว่า 1 แบบ เรียกว่า การเกิดเรโซแนนซ์
 - 2). สารประกอบที่สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้ ต้องมีพันธะคู่ในโมเลกุลติดกันสองพันธะขึ้นไป
 - 3). สารประกอบที่มีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยวไม่สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้
 - 4). ค่าความยาวพันธะในพันธะเดี่ยวและพันธะคู่ในโมเลกุลที่เกิดเรโซแนนซ์มีความยาวเท่ากัน
- ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. 1 2 3
- ข. 1 4
- ค. 2 3
- ง. 1 เท่านั้น

12. โมเลกุลหรือไอออนใดบ้างที่มีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมแบนราบ (เลขอะตอม P = 15, I = 53)

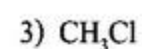
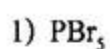
- BF_3 NCl_3 H_3O^+ PH_3 I_3^- CH_2O (ฟอร์มัลดีไฮด์)
- ก. BF_3 เท่านั้น
 - ข. BF_3 และ CH_2O
 - ค. I_3^- และ CH_2O
 - ง. NCl_3 และ PH_3

13. สารประกอบ Xe ในข้อใดมีรูปร่างโมเลกุลเหมือนกัน (กำหนดเลขอะตอมของ Xe = 54)

- | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| XeO_3 | XeF_4 | XeO_4 | XeOF_2 | XeF_3^+ |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |

- ก. (1) และ (4)
- ข. (1) และ (5)
- ค. (2) และ (3)
- ง. (4) และ (5)

14. ข้อใดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว



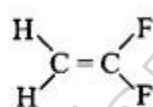
ก. (1) เท่านั้น

ข. (2) เท่านั้น

ค. (1) และ (2)

ง. ถูกทุกข้อ

15. สภาพขั้วของโมเลกุล $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_2$ ควรชี้ไปตามทิศทางเหมือนลูกศรในข้อใด

ก. ข. ค. ง. 

16. ธาตุที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้ มีลักษณะอย่างไร

ก. ขนาดอะตอมใหญ่ ค่า EN ต่ำ

ข. ขนาดอะตอมใหญ่ ค่า EN สูง

ค. ขนาดอะตอมเล็ก ค่า EN ต่ำ

ง. ขนาดอะตอมเล็ก ค่า EN สูง

17. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้

สาร	มวลโมเลกุล	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)
H_2O	18	0	100
H_2S	34	-82	-60
H_2Se	81	-65	-41
H_2Te	130	-49	-2.2

เพราะเหตุใด H_2O จึงมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่า H_2S ทั้ง ๆ ที่มวลโมเลกุลน้อยกว่า

ก. พันธะไฮโดรเจนใน H_2O มากกว่าใน H_2S ข. แรงแวนเดอร์วาลส์ใน H_2O มากกว่าใน H_2S ค. แรงดึงดูดระหว่างขั้วใน H_2O มากกว่าใน H_2S ง. H_2O เกิดพันธะไฮโดรเจน ส่วน H_2S ไม่มีพันธะไฮโดรเจน

18. X, Y และ Z เป็นสารโคเวเลนต์ 3 ชนิด ที่มีมวลโมเลกุลใกล้เคียงกัน มีสถานะเป็นของเหลว และโมเลกุลของสาร X และสาร Z มีขั้ว ส่วนโมเลกุลของสาร Y ไม่มีขั้ว ข้อสรุปใดต่อไปนี้

ไม่ถูกต้อง

- ก. สาร Y ควรมีจุดเดือดต่ำสุด
- ข. สาร X และ Z ละลายน้ำได้
- ค. สาร X และ Y ควรละลายซึ่งกันและกันได้
- ง. สาร X และ Z ควรละลายซึ่งกันและกันได้

19. ข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง

- ก. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นในแกรไฟต์แข็งแรงน้อยกว่าแรงระหว่างคาร์บอนอะตอมในชั้นเดียวกัน
- ข. แกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดีทุกทิศทาง
- ค. จะต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการสลายพันธะโคเวเลนต์ในคาร์บอนรันคัม (SiC)
- ง. เพชรไม่นำไฟฟ้าเพราะเวเลนซ์อิเล็กตรอนถูกใช้ในการสร้างพันธะหมด

20. โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกชนิดหนึ่งมี X เป็นไอออนบวก และ Y เป็นไอออนลบ พบว่ามี Y ล้อมรอบแต่ละ X อยู่ 4 ไอออน และมี X ล้อมรอบแต่ละ Y อยู่ 2 ไอออน ข้อใดเป็นประจุของ X และ Y ตามลำดับ

- ก. +2 และ -4
- ข. +3 และ -2
- ค. +1 และ -2
- ง. +4 และ -2

21. ข้อใดเขียนสูตรสารประกอบได้ถูกต้อง

- ก. $MgCl_2$, $CaCl_2$
- ข. MgO , K_2Cl
- ค. Li_2Cl , Al_2O_3
- ง. Ca_2F , Na_2S

22. ถ้า A, B, C, D เป็นธาตุที่มีเลขอะตอม 7, 11, 17 และ 20 ตามลำดับ สูตรของไอออนและสารประกอบไอออนิกในข้อใดถูกต้อง

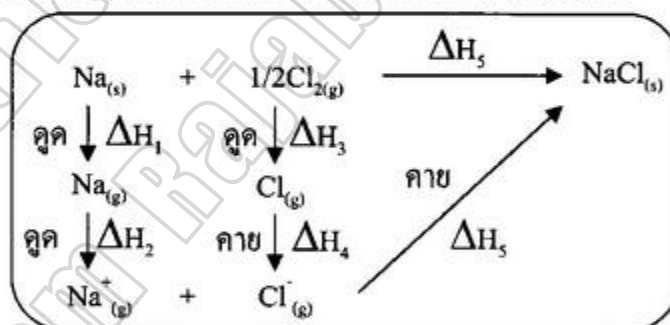
ข้อ	ไอออนบวก	ไอออนลบ	สูตรสารประกอบไอออนิก
ก.	D^{2+}	A^{3-}	D_3A_2
ข.	C^{3+}	B^{2-}	C_2B_3
ค.	B^+	A^-	BA
ง.	A^+	C^-	AC

23. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

- 1) สารประกอบไอออนิกนำไฟฟ้าได้ แต่สารประกอบโคเวเลนต์ไม่นำไฟฟ้า
- 2) ธาตุหมู่ I และหมู่ II ทุกธาตุต่างทำปฏิกิริยากับธาตุโลหะเกิดสารประกอบไอออนิก
- 3) พันธะไอออนิกเป็นพันธะที่เกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้า ระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ

- ก. ข้อ (1) และ (2)
 ข. ข้อ (1) และ (3)
 ค. ข้อ (3)
 ง. ถูกทุกข้อ

24. การระบุชื่อพลังงานในการเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ในข้อใดผิด



- ก. ΔH_3 คือ พลังงานสลายพันธะ
 ข. ΔH_4 คือ สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน
 ค. ΔH_5 คือ พลังงานแลตทิซ
 ง. ΔH_5 คือ พลังงานไฮเดรชัน
25. การทดลองผสมสารละลายคู่ใดแล้วจะมีตะกอนเกิดขึ้น
- ก. $\text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$
 ข. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$
 ค. $\text{Zn} + \text{HCl}$
 ง. $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{KCl}$

26. ข้อมูลแสดงค่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลายของสาร A B และ C เป็นดังนี้

สาร	พลังงานไฮเดรชัน (kJ/mol)	พลังงานแลตทิซ (kJ/mol)
A	745	750
B	590	550
C	690	590

ถ้าใช้สาร A B และ C จำนวนโมลเท่ากันละลายในน้ำที่มีปริมาตร 100 cm^3

การเปรียบเทียบอุณหภูมิของแต่ละสารละลาย ข้อใดถูกต้อง

ก. $A > B > C$

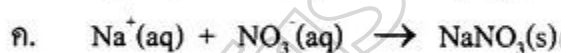
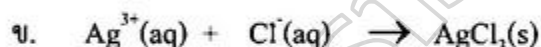
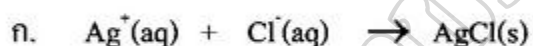
ค. $B > C > A$

ข. $B > A > C$

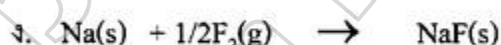
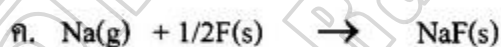
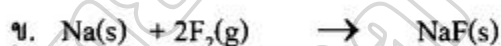
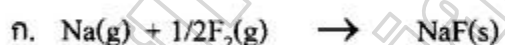
ง. $C > B > A$

27. เมื่อนำสารละลาย AgNO_3 มาผสมกับสารละลาย NaCl พบว่า มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น

ข้อใดแสดงสมการ ไอออนิกสุทธิ ได้ถูกต้อง



28. การเกิดสารประกอบ $\text{NaF}(\text{s})$ ข้อใดคือสมการรวมของปฏิกิริยา



29. ลักษณะใดของโลหะที่ทำให้โลหะสามารถนำไฟฟ้าและการนำความร้อนได้

ก. ก้อนโลหะมีแรงยึดเหนี่ยวสูงมาก

ข. แรงยึดเหนี่ยวมีความแข็งแรง

ค. อนุภาคของโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกันทั่วทั้งก้อน

ง. มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างอิสระกระจายทั่วทั้งก้อน

30. ข้อใดเป็นวัตถุประสงค์ของการผสมสารประกอบโลหะ หรืออัลลอยด์

- 1). เพื่อให้ได้โลหะที่มีน้ำหนักที่เบา แต่แข็งแรง
- 2). เพื่อให้ได้โลหะที่ทนต่อการเกิดปฏิกิริยา เกิดการกัดกร่อนและเกิดสนิมยาก
- 3). เพื่อให้ได้โลหะที่มีความยืดหยุ่นสูง ชุ่มฉับแรงกระแทกได้

ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. 1 เท่านั้น
- ข. 1 และ 2
- ค. 1 และ 3
- ง. 1 2 และ 3

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี

รายวิชา สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ รหัสวิชา ว 30229 จำนวน 30 ข้อ เวลา 50 นาที

- | | |
|-------|-------|
| 1. ก | 16. ง |
| 2. ข | 17. ง |
| 3. ค | 18. ค |
| 4. ข | 19. ข |
| 5. ข | 20. ง |
| 6. ก | 21. ก |
| 7. ข | 22. ค |
| 8. ข | 23. ค |
| 9. ก | 24. ง |
| 10. ง | 25. ข |
| 11. ข | 26. ง |
| 12. ข | 27. ก |
| 13. ง | 28. ง |
| 14. ค | 29. ง |
| 15. ง | 30. ง |

แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน
มากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน					
2. นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้					
3. นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
4. นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ					
5. แบบฝึกเสริมทักษะมีความต่อเนื่อง เรียนรู้ได้ง่าย					
6. เวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
7. มีความชัดเจนของคำสั่งและ โจทย์ ในแบบฝึกเสริมทักษะและแบบทดสอบ					
8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน					
9. นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียน แบบสืบเสาะหาความรู้					
10. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ภาคผนวก ข

แบบประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินคุณภาพแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี
- แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบประเมินคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญต่อ แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี
 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบฝึกเสริมทักษะ โดยใช้
 เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน โดยให้ค่าคะแนนประเมิน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการแสดงความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. มีความยากง่ายพอเหมาะ					
3. เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
4. ความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน					
5. ความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้					
6. ใช้ภาษาถูกต้อง					
7. น่าสนใจและมีประโยชน์					
8. ตัวอักษรชัดเจนเข้าใจง่าย					
9. เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก					
10. ความเหมาะสมของรูปแบบ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
 (นางสาวปิ่นเกล้า ศีลาบุตร)

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชาสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ รหัสวิชา ว30229 เรื่อง พันธะเคมี

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน โดยให้ค่าคะแนนประเมิน ดังนี้
คะแนน 5 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับมากที่สุด
คะแนน 4 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับมาก
คะแนน 3 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับปานกลาง
คะแนน 2 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับน้อย
คะแนน 1 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านที่ 1 สาระสำคัญ					
1. ความถูกต้อง					
2. ความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน					
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
ด้านที่ 2 จุดประสงค์การเรียนรู้					
4. สอดคล้องกับเนื้อหา					
5. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
6. สามารถสอนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้					
ด้านที่ 3 เนื้อหา					
7. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
8. เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน					
9. กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
10. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
11. เนื้อหาน่าสนใจ เหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านที่ 4 การจัดการกระบวนการเรียนรู้					
12. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
13. สอดคล้องกับเนื้อหา					
14. เน้นทักษะกระบวนการ					
15. นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม					
16. เหมาะสมกับเวลาที่ใช้สอน					
17. ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน					
ด้านที่ 5 สื่อการเรียน					
18. สอดคล้องกับเนื้อหา					
19. สนองต่อจุดประสงค์การเรียนรู้					
20. ได้รับความสนใจของผู้เรียน					
21. ความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน					
ด้านที่ 6 การวัดผลประเมินผล					
22. สอดคล้องกับเนื้อหา					
23. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
24. การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้					
25. ใช้เครื่องมือวัดผลได้อย่างเหมาะสม กับวัยของผู้เรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางฉวีล วรรณวงศ์)

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี รายวิชา สมบัติของธาตุตามตารางธาตุ
รหัสวิชา ว 30229 จำนวน 50 ข้อ

คำชี้แจง	โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ดังนี้	
+1	เมื่อแน่ใจว่า	ข้อสอบนั้นวัดตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า	ข้อสอบนั้นวัดตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
-1	เมื่อแน่ใจว่า	ข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1 บอก เหตุผลที่ แสดงว่ามี แรงยึด เหนี่ยว ระหว่าง อนุภาคของ สารหรือ พันธะเคมี ได้	1. หลักฐานสำคัญที่แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร ก. สารมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน ข. สารบางชนิดมีสมบัติการนำไฟฟ้า ค. การทำให้สารเปลี่ยนสถานะต้องใช้พลังงาน ง. สารแต่ละชนิดมีรูปร่างแตกต่างกัน				
	2. ค่าใดต่อไปนี้ แสดงแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสาร ก. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว ข. พลังงานพันธะ ค. ความร้อนจำเพาะ ง. พลังงานการเผาไหม้				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
1 บอก เหตุผลที่ แสดงว่ามี แรงยึด เหนี่ยว ระหว่าง อนุภาคของ สารหรือ พันธะเคมี ได้ (ต่อ)	<p>3. จากรูปแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการเกิดสารประกอบ ข้อใดถูกต้อง</p> <p>พลังงานศักย์</p> <p>ระยะระหว่างอะตอม</p> <p>X - Y A - B C - D</p> <p>ก. C และ X เป็นธาตุหมู่เดียวกัน ข. ความยาวพันธะของ C - D < X - Y < A - B ค. ความเสถียรของโมเลกุล C - D > X - Y > A - B ง. X - Y และ C - D เป็นโมเลกุลโคเวเลนต์แบบมีขั้ว ส่วน A - B เป็นไอออนิก</p>				
	<p>4. เมื่อต้องการทำให้แก๊ส H₂ 1 โมล สลายตัวกลายเป็น H อะตอมทั้งหมด ต้องใช้พลังงาน 436 kJ หมายความว่าอย่างไร</p> <p>ก. จุดเดือดของแก๊ส H₂ มีค่าเท่ากับ 436 °C ข. แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง H 2 อะตอม มีค่าเท่ากับ 436 kJ ค. แรงยึดเหนี่ยวภายใน โมเลกุล H₂ มีค่าเท่ากับ 436 kJ/mol ง. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างแก๊ส H₂ 1 โมเลกุล มีค่าเท่ากับ 436 kJ</p>				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
2 อธิบาย เกี่ยวกับกฎ ออกเตต การเกิด พันธะโคเว เลนต์และ ระบุชนิด ของพันธะ โคเวเลนต์ ในโมเลกุล ได้	5. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับกฎออกเตต ก. ธาตุที่มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนไม่เท่ากับ 8 จะปรับตัวโดยการรวมตัวกันเองหรืออะตอมของธาตุอื่น ให้มีอิเล็กตรอนเท่ากับแก๊สเฉื่อยที่อยู่ในคาบเดียวกัน ข. ธาตุโลหะมีความสามารถในการดึงคู่อิเล็กตรอนได้ดี จะรับอิเล็กตรอนเพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ค. ธาตุโลหะมีความสามารถในการจ่ายอิเล็กตรอนได้ดี จะจ่ายอิเล็กตรอนให้ธาตุอื่นเพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ง. อะตอมของธาตุไฮโดรเจนจะรวมกับธาตุอื่นเพื่อให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 2 เท่านั้น				
	6. เพราะเหตุใด อโลหะจึงยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ก. อโลหะมีค่า EN สูงเสียอิเล็กตรอนง่าย ข. อโลหะมีค่า EN สูงเสียอิเล็กตรอนยาก ค. อโลหะมีค่า EN ต่ำเสียอิเล็กตรอนง่าย ง. อโลหะมีค่า EN ต่ำเสียอิเล็กตรอนยาก				
	7. ธาตุใดต่อไปนี้เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วได้สารประกอบโคเวเลนต์ ก. C กับ S ข. Na กับ O ค. Mg กับ Cl ง. K กับ F				




จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
2 อธิบาย เกี่ยวกับกฎ ออกเตต การเกิด พันธะโคเว เลนต์และ ระบุชนิด ของพันธะ โคเวเลนต์ ในโมเลกุล ได้ (ต่อ)	8. สารในข้อใดที่มีสูตรไม่เป็นไปตามกฎออกเตต ก. SO_3 ข. CO_3^{2-} ค. NO_2 ง. ClO^-				
	9. ข้อความเกี่ยวกับพันธะเคมีข้อใดถูกต้อง ก. พันธะเคมีเกิดจากแรงกระทำระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอน ข. พลังงานของพันธะโคเวเลนต์จะเพิ่มขึ้นตามความยาวของพันธะ ค. พันธะเคมีเกิดจากแรงกระทำระหว่างอิเล็กตรอนกับอิเล็กตรอน ง. พันธะเคมีเกิดขึ้นเมื่อแต่ละอะตอมมีอิเล็กตรอนเป็นจำนวนที่เท่ากัน				
3 เขียน สูตรและ เรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ ได้	10. การชื่อสารต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง ก. BeH_2 เบริเลียมไดไฮไดรด์ ข. PbCO_3 เลดคาร์บอเนต ค. Mn_2O_3 แมงกานีสไดรอกไซด์ ง. CuH_2PO_4 กอปเปอร์(I)ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต				
	11. สูตรของสารประกอบระหว่างธาตุ $_9\text{X}$ กับ $_{15}\text{Y}$ คือข้อใด ก. XY_3 ข. X_3Y ค. XY_4 ง. X_4Y				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
3 เขียน สูตรและ เรียกชื่อสาร โคเวเลนต์ ได้	12. การอ่านชื่อสารข้อใดผิด ก. SiS_2 ซิลิกอนไดซัลไฟด์ ข. F_2O ไดฟลูออรีนออกไซด์ ค. BF_3 โบรอนไตรฟลูออไรด์ ง. N_2O_3 ไนโตรเจนไดออกไซด์				
4 ใช้ ความรู้เรื่อง ความยาว พันธะและ พลังงาน พันธะระบุ ชนิดของ พันธะโคเว เลนต์ได้	13. การสลายพันธะระหว่างอะตอมไนโมเลกุล CH_3COCl ใช้พลังงานมากที่สุด ก. C กับ H ข. C กับ C ค. C กับ Cl ง. C กับ O				
	14. จงพิจารณาความยาวพันธะในโมเลกุลต่อไปนี้ 1) CH_3OH 2) CH_2O 3) CO ก. $1 > 2 > 3$ ข. $3 > 1 > 2$ ค. $2 > 3 > 1$ ง. $3 > 2 > 1$				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
4 ใช้ ความรู้เรื่อง ความยาว พันธะและ พลังงาน พันธะระบุ ชนิดของ พันธะโคเว เลนต์ได้ (ต่อ)	15. ถ้าสูตรแบบเส้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และ คาร์บอเนตไอออน เขียนได้ดังนี้  จงเปรียบเทียบความยาวพันธะ C-O ของคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอเนตไอออน พร้อมด้วยเหตุผล ก. ความยาวพันธะ C-O ของ CO ₂ ยาวกว่า เพราะพันธะ C-O ทั้งสองเป็นพันธะคู่ ข. ความยาวพันธะ C-O ของ CO ₂ สั้นกว่า เพราะพันธะ C-O ทั้งสองเป็นพันธะคู่ ค. ความยาวพันธะ C-O ของ CO ₂ ยาวกว่า เพราะพันธะ C-O หนึ่งเป็นพันธะเดี่ยว อีก พันธะเป็นพันธะสาม ง. ความยาวพันธะ C-O ของ CO ₂ ยาวกว่า เพราะพันธะ C-O ทั้งสองเป็นพันธะเดี่ยว				
5 ใช้ค่า พลังงาน พันธะ คำนวณหา พลังงานที่ เปลี่ยนแปลง ของ ปฏิกิริยาได้	16. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดที่สันนิษฐานได้ว่าจะ เป็นปฏิกิริยาคูดความร้อน ก. $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ ข. $CCl_4(g) \rightarrow C(s) + 2Cl_2(g)$ ค. $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ ง. $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
5 ใช้ค่า พลังงาน พันธะ คำนวณหา พลังงานที่ เปลี่ยนแปลง ของ ปฏิกิริยาได้ (ต่อ)	<p>17. จากสมการ $AB_3(g) + 720 \text{ kJ/mol} \rightarrow A(g) + 3B(g)$ พลังงานพันธะของ A - B มีค่ากี่ kJ/mol</p> <p>ก. 120 ข. 180 ค. 240 ง. 720</p> <p>18. เมื่อแก๊สมีเทนทำปฏิกิริยากับแก๊สคลอรีน เกิดแก๊สไตรคลอโรมีเทน 1 mol ดังสมการ จะดูดหรือคายพลังงานเท่าใด</p> $CH_4(g) + 3Cl_2(g) \rightarrow CHCl_3 + 3HCl(g)$ <p>กำหนดให้ พลังงานพันธะเฉลี่ย (kJ/mol) (H - Cl = 436, C - H = 413, C - Cl = 339, Cl - Cl = 242)</p> <p>ก. ดูดพลังงาน 38 kJ ข. ดูดพลังงาน 76 kJ ค. คายพลังงาน 94 kJ ง. คายพลังงาน 32 kJ</p>				
6 อธิบาย โครงสร้าง ของสาร โคเวเลนต์ที่ มีโครง สร้างเร โซแนนซ์ ได้	<p>19. โมเลกุลในข้อใดไม่สามารถเกิดปรากฏการณ์เรโซแนนซ์ได้</p> <p>ก. SO_2 ข. SO_3 ค. CO_3^{2-} ง. CO_2</p>				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
6 อธิบาย โครงสร้าง ของสาร โคเวเลนต์ที่ มีโครง สร้างเร โซแนนซ์ ได้ (ต่อ)	20. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1). ปรากฏการณ์ที่ทำให้สามารถเขียนโครงสร้าง ลิวอิสได้มากกว่า 1 แบบ เรียกว่า การเกิดเร โซแนนซ์ 2). สารประกอบที่สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้ ต้องมีพันธะคู่ใน โมเลกุลติดกันสองพันธะ ขึ้นไป 3). สารประกอบที่มีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว ไม่สามารถเกิดเรโซแนนซ์ได้ 4). ค่าความยาวพันธะในพันธะเดี่ยวและพันธะ คู่ใน โมเลกุลที่เกิดเรโซแนนซ์มีความยาว เท่ากัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. 1 2 3 ข. 1 4 ค. 2 3 ง. 1 เท่านั้น				
7 ทำนาย รูปร่างของ โมเลกุล โคเวเลนต์ และเขียน แสดงด้วย โครงสร้าง ลิวอิสได้	21. โมเลกุลหรือไอออนโคเวเลนต์ที่มีรูปร่างเป็นรูป สามเหลี่ยมแบนราบ BF_3 , NCl_3 , H_3O^+ , PH_3 , I_3^- , CH_2O (เลขอะตอม P = 15, I = 53) ก. BF_3 เท่านั้น ข. BF_3 และ CH_2O ค. I_3^- และ CH_2O ง. NCl_3 และ PH_3				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
7 ทำนาย รูปร่างของ โมเลกุล โคเวเลนต์ และเขียน แสดงด้วย โครงสร้าง ลิวอิสได้ (ต่อ)	22. สารประกอบ Xe ในข้อใดมีรูปร่างโมเลกุล เหมือนกัน (กำหนดเลขอะตอมของ Xe = 54) XeO ₃ XeF ₄ XeO ₄ XeOF ₂ XeF ₃ ⁺ (1) (2) (3) (4) (5) ก. (1) และ (4) ข. (1) และ (5) ค. (2) และ (3) ง. (4) และ (5)				
8 อธิบาย สภาพขั้ว และทิศทาง ของขั้วของ พันธะโคเว เลนต์และ ของ โมเลกุล โคเวเลนต์ ได้	23. ข้อใดเป็น โมเลกุลไม่มีขั้ว 1) PBr ₅ 2) Si(CH ₃) ₄ 3) CH ₃ Cl ก. (1) เท่านั้น ข. (2) เท่านั้น ค. (1) และ (2) ง. ถูกทุกข้อ 24. สภาพขั้วของ โมเลกุล C ₂ H ₂ F ₂ ควรชี้ไปตาม ทิศทางเหมือนลูกศรในข้อใด $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{F} \end{array}$ ก.  ข.  ค.  ง. 				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ																				
		+1	0	-1																					
9 ระบุชนิด ของแรงยึด เหนี่ยว ระหว่าง โมเลกุลโคเว เลนต์ รวมทั้ง อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่าง แรงยึด เหนี่ยว ระหว่าง โมเลกุลกับ จุด หลอมเหลว และจุดเดือด ของสาร โคเวเลนต์ ได้	25. ธาตุที่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้ มีลักษณะอย่างไร ก. ขนาดอะตอมใหญ่ ค่า EN ต่ำ ข. ขนาดอะตอมใหญ่ ค่า EN สูง ค. ขนาดอะตอมเล็ก ค่า EN ต่ำ ง. ขนาดอะตอมเล็ก ค่า EN สูง																								
	26. จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ <table border="1" data-bbox="541 802 1087 1171"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>มวล โมเลกุล</th> <th>จุดหลอมเหลว (°C)</th> <th>จุดเดือด (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H₂O</td> <td>18</td> <td>0</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>H₂S</td> <td>34</td> <td>-82</td> <td>-60</td> </tr> <tr> <td>H₂Se</td> <td>81</td> <td>-65</td> <td>-41</td> </tr> <tr> <td>H₂Te</td> <td>130</td> <td>-49</td> <td>-2.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>เพราะเหตุใด H₂O จึงมีจุดหลอมเหลวและจุด เดือดสูงกว่า H₂S ทั้ง ๆ ที่มวลโมเลกุลน้อยกว่า</p> <p>ก. พันธะไฮโดรเจนใน H₂O มากกว่าใน H₂S ข. แรงแวนเดอร์วาลส์ใน H₂O มากกว่าใน H₂S ค. แรงดึงดูดระหว่างขั้วใน H₂O มากกว่าใน H₂S ง. H₂O เกิดพันธะไฮโดรเจน ส่วน H₂S ไม่มี พันธะไฮโดรเจน</p>	สาร	มวล โมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	H ₂ O	18	0	100	H ₂ S	34	-82	-60	H ₂ Se	81	-65	-41	H ₂ Te	130	-49	-2.2				
	สาร	มวล โมเลกุล	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)																					
H ₂ O	18	0	100																						
H ₂ S	34	-82	-60																						
H ₂ Se	81	-65	-41																						
H ₂ Te	130	-49	-2.2																						
27. การเรียงลำดับจุดเดือดของสารจากมากไปน้อย ข้อใดผิด (เลขอะตอม Se = 34, Te = 52) ก. He > Ne > Ar ข. H ₂ Te > H ₂ Se > H ₂ S ค. เพชร > เหล็ก > กำมะถัน ง. C ₂ H ₅ OH > CH ₃ OCH ₃ > CH ₄																									

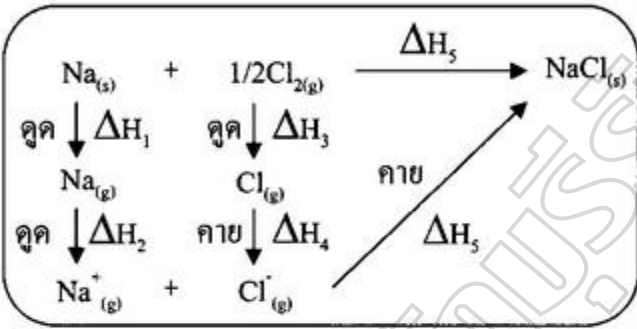
จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
9 ระบุชนิด ของแรงยึด เหนี่ยว ระหว่าง โมเลกุลโคเว เลนต์ รวมทั้ง อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่าง แรงยึด เหนี่ยว ระหว่าง โมเลกุลกับ จุด หลอมเหลว และจุดเดือด ของสาร โคเวเลนต์ ได้ (ต่อ)	28. สาร โคเวเลนต์ชนิดหนึ่งมีสูตร AH_3 และรูปร่าง โมเลกุลเป็นสามเหลี่ยมแบนราบ อะตอม A ใน สารนี้ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ข้อใดที่น่าจะ เป็นสมบัติของสาร AH_3 ก. โมเลกุลมีขั้ว ละลายน้ำ จุดเดือดต่ำ ข. โมเลกุลไม่มีขั้ว แต่เกิดพันธะไฮโดรเจนได้ ค. เกิดพันธะไฮโดรเจน จุดเดือดสูง และ ละลายน้ำได้ ง. โมเลกุลไม่มีขั้ว และมีแรงแวนเดอร์วาลส์ (ลอนดอน) เป็นแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง โมเลกุล				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
10 บอก สมบัติที่ แตกต่างกัน ของสาร โคเวเลนต์ ประเภท โมเลกุลไม่ มีขั้ว โมเลกุลมี ขั้ว และโครง ผลึกράงตา ข่ายได้	29. X, Y และ Z เป็นสาร โคเวเลนต์ 3 ชนิด ที่มีมวล โมเลกุลใกล้เคียงกัน มีสถานะเป็นของเหลว และ โมเลกุลของสาร X และสาร Z มีขั้ว ส่วน โมเลกุล ของสาร Y ไม่มีขั้ว ข้อสรุปใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง ก. สาร Y ควรมีจุดเดือดต่ำสุด ข. สาร X และ Z ละลายน้ำได้ ค. สาร X และ Y ควรละลายซึ่งกันและกันได้ ง. สาร X และ Z ควรละลายซึ่งกันและกันได้				
	30. ของแข็งชนิดใดต่อไปนี้ นำไฟฟ้าได้น้อยที่สุด ก. Graphite ข. Na ค. Pb ง. NaCl				
	31. ข้อใดสรุป ไม่ถูกต้อง ก. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นในแกรไฟต์ แข็งแรงน้อยกว่าแรงระหว่างคาร์บอน อะตอมในชั้นเดียวกัน ข. แกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ดีทุกทิศทาง ค. จะต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการสลาย พันธะโคเวเลนต์ในคาร์บอนรันดัม (SiC) ง. เพชรไม่นำไฟฟ้าเพราะเวเลนซ์อิเล็กตรอน ถูกใช้ในการสร้างพันธะหมด				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
10 บอก สมบัติที่ แตกต่างกัน ของสาร โคเวเลนต์ ประเภท โมเลกุลไม่ มีขั้ว โมเลกุลมี ขั้ว และโครง ผลึกράงตา ข่ายได้ (ต่อ)	32. ในโมเลกุลของกรดแอสติค 2 โมเลกุล มีแรง ระหว่างโมเลกุล (intermolecular forces) ในข้อ ใด CH_3COOH ก. แรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals) เท่านั้น ข. พันธะไฮโดรเจน (hydrogen bonding) เท่านั้น ค. แรงระหว่างขั้ว และ พันธะไฮโดรเจน เท่านั้น ง. แรงแวนเดอร์วาลส์, แรงระหว่างขั้ว และ พันธะไฮโดรเจน				
11 อธิบาย การเกิด ไอออน การ เกิดพันธะ ไอออนิก และ โครงสร้าง ของ สารประกอบ ไอออนิก ได้	33. กำหนดการจัดอิเล็กตรอนของธาตุให้ ดังนี้ A 2,8,2 B 2,8,8,1 C 2,8,7 D 2,8,18, 8 ธาตุใดมีการเกิดเป็นสารประกอบไอออนิกได้ ก. A กับ B ข. C กับ D ค. B กับ C ง. B กับ D				
	34. ธาตุที่เกิดพันธะไอออนิกกับออกซิเจนได้ดีที่สุด คือ ข้อใด ก. กำมะถัน ข. คลอรีน ค. ดีบุก ง. โซเดียม				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
11 อธิบาย การเกิด ไอออน การ เกิดพันธะ ไอออนิก และ โครงสร้าง ของ สารประกอบ ไอออนิก ได้ (ต่อ)	35. โครงสร้างผลึกของสารประกอบไอออนิกชนิด หนึ่งมี X เป็นไอออนบวก และ Y เป็นไอออนลบ พบว่ามี Y ล้อมรอบแต่ละ X อยู่ 4 ไอออน และมี X ล้อมรอบแต่ละ Y อยู่ 2 ไอออน ข้อใดเป็น ประจุของ X และ Y ตามลำดับ ก. +2 และ -4 ข. +3 และ -2 ค. +1 และ -2 ง. +4 และ -2				
12 เขียน สูตรและ เรียกชื่อ สารประกอบ ไอออนิก ได้	36. ถ้า $_{38}\text{Sr}$ ทำปฏิกิริยากับ $_{16}\text{S}$ สารประกอบที่ได้ควร มีสูตรอย่างไร ก. SrS_3 ข. Sr_3S ค. Sr_2S_3 ง. SrS				
	37. ข้อใดเขียนสูตรสารประกอบได้ถูกต้อง ก. MgCl_2 , CaCl_2 ข. MgO , K_2Cl ค. Li_2Cl , Al_2O_3 ง. Ca_2F , Na_2S				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ																				
		+1	0	-1																					
12 เขียน สูตรและ เรียกชื่อ สารประกอบ ไอออนิก ได้ (ต่อ)	38. ถ้า A, B, C, D เป็นธาตุที่มีเลขอะตอม 7, 11, 17 และ 20 ตามลำดับ สูตรของไอออนและ สารประกอบไอออนิกในข้อใดถูกต้อง <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ไอออน บวก</th> <th>ไอออน ลบ</th> <th>สูตรสารประกอบ ไอออนิก</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก.</td> <td>D^{2+}</td> <td>A^{3-}</td> <td>D_3A_2</td> </tr> <tr> <td>ข.</td> <td>C^{3+}</td> <td>B^{2-}</td> <td>C_2B_3</td> </tr> <tr> <td>ค.</td> <td>B^+</td> <td>A^-</td> <td>BA</td> </tr> <tr> <td>ง.</td> <td>A^+</td> <td>C^-</td> <td>AC</td> </tr> </tbody> </table>		ไอออน บวก	ไอออน ลบ	สูตรสารประกอบ ไอออนิก	ก.	D^{2+}	A^{3-}	D_3A_2	ข.	C^{3+}	B^{2-}	C_2B_3	ค.	B^+	A^-	BA	ง.	A^+	C^-	AC				
	ไอออน บวก	ไอออน ลบ	สูตรสารประกอบ ไอออนิก																						
ก.	D^{2+}	A^{3-}	D_3A_2																						
ข.	C^{3+}	B^{2-}	C_2B_3																						
ค.	B^+	A^-	BA																						
ง.	A^+	C^-	AC																						
13 อธิบาย เกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลง พลังงาน กับการเกิด สารประกอบ ไอออนิก และสมบัติ บาง ประการ ของ สารประกอบ ไอออนิก ได้	39. พิสูจน์ได้ที่แสดงว่าผลึกโซเดียมคลอไรด์เป็น สารประกอบไอออนิก ก. ผลึกโซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำ สารละลาย ที่ได้จะมีจุดเยือกแข็งลดลง ข. โซเดียมคลอไรด์ที่หลอมเหลวนำไฟฟ้าได้ ค. โซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำแล้วคายพลังงาน ง. โซเดียมคลอไรด์ละลายน้ำได้ 40. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง 1) สารประกอบไอออนิกนำไฟฟ้าได้ แต่ สารประกอบโคเวเลนต์ไม่นำไฟฟ้า 2) ธาตุหมู่ I และหมู่ II ทุกธาตุต่างทำปฏิกิริยา กับธาตุฮาโลเจนเกิดสารประกอบไอออนิก 3) พันธะไอออนิกเป็นพันธะเคมีที่เกิดจากแรง ดึงดูดทางไฟฟ้า ระหว่างไอออนบวกกับไอออนลบ ก. ข้อ (1) และ (2) ข. ข้อ (1) และ (3) ค. ข้อ (3) ง. ถูกทุกข้อ																								

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
13 อธิบาย เกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลง พลังงาน กับการเกิด สารประกอบ ไอออนิก และสมบัติ บาง ประการ ของ สารประกอบ ไอออนิก ได้ (ต่อ)	41. การระบุชื่อพลังงานในการเกิดสารประกอบ โซเดียมคลอไรด์ในข้อใดผิด  <p>ก. ΔH_1 คือ พลังงานสลายพันธะ ข. ΔH_4 คือ สัมพรรคภาพไอเล็กตรอน ค. ΔH_5 คือ พลังงานแลตทิส ง. ΔH_5 คือ พลังงานไฮเดรชัน</p>				
	42. สารที่ละลายน้ำได้ดีควรมีสมบัติอย่างไร ก. พลังงานแลตทิส > พลังงานไฮเดรชัน ข. พลังงานแลตทิส >> พลังงานไฮเดรชัน ค. พลังงานแลตทิส = พลังงานไฮเดรชัน ง. พลังงานแลตทิส << พลังงานไฮเดรชัน				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ											
		+1	0	-1												
14 การ ทดลอง เกี่ยวกับการ เปลี่ยนแปลง พลังงานของ สารประกอบ ไอออนิก เมื่อละลาย น้ำและ ปฏิกิริยาของ สารประกอบ ไอออนิก	43. สารไอออนิกข้อใดที่ไม่ละลายน้ำ ก. KNO_3 ข. AgI ค. NaCN ง. Li_2CO_3															
	44. ข้อมูลแสดงค่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลาย ของสาร A B และ C เป็นดังนี้ <table border="1" data-bbox="520 858 1057 1164"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>พลังงานไฮเดรชัน (kJ/mol)</th> <th>พลังงานแลตทิส (kJ/mol)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>745</td> <td>750</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>590</td> <td>550</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>690</td> <td>590</td> </tr> </tbody> </table> <p>ถ้าใช้สาร A B และ C จำนวนโมลเท่ากัน ละลายในน้ำที่มีปริมาตร 100 cm^3 การเปรียบเทียบ อุณหภูมิของแต่ละสารละลาย ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. $A > B > C$ ข. $B > A > C$ ค. $B > C > A$ ง. $C > B > A$</p>	สาร	พลังงานไฮเดรชัน (kJ/mol)	พลังงานแลตทิส (kJ/mol)	A	745	750	B	590	550	C	690	590			
	สาร	พลังงานไฮเดรชัน (kJ/mol)	พลังงานแลตทิส (kJ/mol)													
A	745	750														
B	590	550														
C	690	590														
45. การทดลองผสมสารละลายคู่ใดแล้วจะมีตะกอน เกิดขึ้น ก. $\text{CaCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3$ ข. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ค. $\text{Zn} + \text{HCl}$ ง. $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{KCl}$																

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
15 อธิบาย เกี่ยวกับ ปฏิกิริยาของ สารประกอบ ไอออนิก พร้อมทั้ง เขียนสมการ ไอออนิก และ สมการไอ ออนิกสุทธิ ได้	46. เมื่อนำสารละลาย AgNO_3 มาผสมกับสารละลาย NaCl พบว่า มีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น ข้อใดแสดงสมการไอออนิกสุทธิ ได้ถูกต้อง ก. $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$ ข. $\text{Ag}^{3+}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}_3(\text{s})$ ค. $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{s})$ ง. $\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$				
	47. การเกิดสารประกอบ $\text{NaF}(\text{s})$ ข้อใดคือสมการรวมของปฏิกิริยา ก. $\text{Na}(\text{g}) + 1/2\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaF}(\text{s})$ ข. $\text{Na}(\text{s}) + 2\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaF}(\text{s})$ ค. $\text{Na}(\text{g}) + 1/2\text{F}(\text{s}) \rightarrow \text{NaF}(\text{s})$ ง. $\text{Na}(\text{s}) + 1/2\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaF}(\text{s})$				
16 อธิบาย การเกิด พันธะ โลหะ และ ใช้ความรู้ เรื่องพันธะ โลหะ อธิบาย สมบัติของ โลหะได้	48. การที่โลหะมีผิวมันวาวเป็นเพราะเหตุใด ก. เนื่องจากไอออนบวกเกิดการสันสะท้อนดี ข. กลุ่มอิเล็กตรอนกระทบแสงที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ค. อิเล็กตรอนมีแสงสว่างในตัวเอง ง. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างไอออนบวกกับวงเลนซ์อิเล็กตรอน				

จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบข้อที่	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
16 อธิบาย การเกิด พันธะ โลหะ และ ใช้ความรู้ เรื่องพันธะ โลหะ อธิบาย สมบัติของ โลหะได้ (ต่อ)	<p>49. ลักษณะใดของโลหะที่ทำให้โลหะสามารถนำไฟฟ้าและการนำความร้อนได้</p> <p>ก. ก้อนโลหะมีแรงยึดเหนี่ยวสูงมาก</p> <p>ข. แรงยึดเหนี่ยวมีความแข็งแรง</p> <p>ค. อนุภาคของโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกันทั่วทั้งก้อน</p> <p>ง. มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างอิสระกระจายทั่วทั้งก้อน</p>				
	<p>50. ข้อใดเป็นวัตถุประสงค์ของการผสมสารประกอบโลหะ หรืออัลลอยด์</p> <p>1). เพื่อให้ได้โลหะที่มีน้ำหนักที่เบา แต่แข็งแรง</p> <p>2). เพื่อให้ได้โลหะที่ทนต่อการเกิดปฏิกิริยาเกิดการกัดกร่อนและเกิดสนิมยาก</p> <p>3). เพื่อให้ได้โลหะที่มีความยืดหยุ่นสูง ชี้น้ำมันแรงกระแทกได้</p> <p>ข้อใดถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. 1 เท่านั้น</p> <p>ข. 1 และ 2</p> <p>ค. 1 และ 3</p> <p>ง. 1-2 และ 3</p>				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(นางสาวปิ่นหล้า ศิลานุตร)

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญต่อ แบบประเมินความพึงพอใจ
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ
คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด
โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

คะแนน 5 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับมาก

คะแนน 3 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง สอดคล้องเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	1	2	3	4	5
1. นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน					
2. นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้					
3. นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง					
4. นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ					
5. แบบฝึกเสริมทักษะมีความต่อเนื่อง เรียนรู้ได้ง่าย					
6. เวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
7. มีความชัดเจนของคำสั่งและ โจทย์ ในแบบฝึกเสริมทักษะและแบบทดสอบ					
8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน					
9. นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียน แบบสืบเสาะหาความรู้					
10. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายรุ่งอรุณ ศรีสุธรรม)

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

- ผลการประเมินคุณภาพแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี
- ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลการประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการประเมินคุณภาพแบบประเมินความพึงพอใจ

ตาราง ค.1 ค่าความเหมาะสมของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการแสดงความคิดเห็น	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่				การแปลความหมาย
	1	2	3	\bar{X}	
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2. มีความยากง่ายพอเหมาะ	4	4	5	4.33	เหมาะสมมาก
3. เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
4. ความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5. ความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
6. ใช้ภาษาถูกต้อง	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
7. น่าสนใจและมีประโยชน์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8. ตัวอักษรชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
9. เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความเหมาะสมของรูปแบบ	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
รวม	46	47	47	46.67	เหมาะสมมากที่สุด
\bar{X}	4.6	4.7	4.7	4.67	
S.D.	0.52	0.48	0.48	0.22	

ตาราง ค.2 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่				การแปลความหมาย
	1	2	3	\bar{X}	
ด้านที่ 1 สารสำคัญ					
1. ความถูกต้อง	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
2. ความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
3. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
ด้านที่ 2 จุดประสงค์การเรียนรู้					
4. สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
5. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4.33	เหมาะสมมาก
6. สามารถสอนได้บรรลุตามจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านที่ 3 เนื้อหา					
7. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
8. เหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
9. กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
10. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
11. เนื้อหาน่าสนใจ เหมาะสม	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้					
12. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
13. สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
14. เน้นทักษะกระบวนการ	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
15. นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
16. เหมาะสมกับเวลาที่ให้สอน	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
17. ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง ก.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ คนที่				การแปลความหมาย
	1	2	3	\bar{X}	
ด้านที่ 5 สื่อการเรียน					
18. สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
19. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
20. ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
21. ความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	4	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านที่ 6 การวัดผลประเมินผล					
22. สอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
23. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
24. การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	5	4	4	4.33	เหมาะสมมาก
25. ใช้เครื่องมือวัดผลได้อย่างเหมาะสม กับวัยของผู้เรียน	4	5	4	4.33	เหมาะสมมาก
รวม	114	115	113	114.00	เหมาะสมมากที่สุด
\bar{X}	4.6	4.6	4.52	4.56	
S.D.	0.5	0.5	0.51	0.19	

ตาราง ค.3 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง พันธะเคมี

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ คะแนน ($\sum R$)	IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการวิเคราะห์	
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
1.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
2.	+1	+1	0	2	0.67	✓	
3.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
4.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
5.	+1	+1	0	2	0.67	✓	
6.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
7.	+1	0	+1	2	0.67	✓	
8.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
9.	0	+1	+1	2	0.67	✓	
10.	0	+1	+1	2	0.67	✓	
11.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
12.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
13.	+1	0	+1	2	0.67	✓	
14.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
15.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
16.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
17.	+1	+1	0	2	0.67	✓	
18.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
19.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
20.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	

ตาราง ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ คะแนน ($\sum R$)	IOC = $\frac{\sum R}{N}$	ผลการวิเคราะห์	
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
21.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
22.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
23.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
24.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
25.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
26.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
27.	0	+1	+1	2	0.67	✓	
28.	+1	+1	0	2	0.67	✓	
29.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
30.	+1	0	+1	2	0.67	✓	
31.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
32.	+1	+1	0	2	0.67	✓	
33.	0	+1	+1	2	0.67	✓	
34.	0	+1	+1	2	0.67	✓	
35.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
36.	+1	+1	0	2	0.67	✓	
37.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
38.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
39.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
40.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
41.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
42.	+1	+1	0	2	0.67	✓	

ตาราง ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวมของ คะแนน (ΣR)	IOC = $\frac{\Sigma R}{N}$	ผลการวิเคราะห์	
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
43.	0	+1	+1	2	0.67	✓	
44.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
45.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
46.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
47.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
48.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
49.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	
50.	+1	+1	+1	3	1.00	✓	

ตาราง ค.4 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี

รายการ	ระดับความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	IOC
	1	2	3		
1. นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน	5	5	5	15	5.00
2. นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้	5	5	5	15	5.00
3. นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	15	5.00
4. นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ	4	5	5	14	4.67
5. แบบฝึกเสริมทักษะมีความต่อเนื่อง เรียนรู้ได้ง่าย	5	5	5	15	5.00
6. เวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00
7. มีความชัดเจนของคำสั่งและ โจทย์ ในแบบฝึกเสริมทักษะและแบบทดสอบ	5	5	5	15	5.00
8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	5	4	5	14	4.67
9. นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้	5	5	5	15	5.00
10. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	15	5.00
รวม	49	49	50	148	49.33
\bar{X}	4.90	4.90	5.00	14.80	4.93
S.D.	0.32	0.32	0.00	0.42	0.14

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

- ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธุเคมี
- ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธุเคมี (1 : 100)
- คะแนนจากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง ๔.1 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc})
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พันธะเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1.	0.58	0.50	16.	0.76	0.43
2.	0.56	0.79	17.	0.49	0.57
3.	0.53	0.50	18.	0.73	0.43
4.	0.44	0.71	19.	0.69	0.43
5.	0.69	0.71	20.	0.49	0.64
6.	0.64	0.71	21.	0.56	0.79
7.	0.67	0.50	22.	0.56	0.71
8.	0.69	0.50	23.	0.56	0.79
9.	0.64	0.71	24.	0.56	0.79
10.	0.64	0.57	25.	0.51	0.64
11.	0.56	0.57	26.	0.44	0.93
12.	0.69	0.64	27.	0.62	0.57
13.	0.60	0.43	28.	0.64	0.57
14.	0.60	0.57	29.	0.69	0.86
15.	0.53	0.86	30.	0.53	0.57

ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) เท่ากับ 0.83858

ตาราง ง.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี (1 : 100) (E₁)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ ชุดที่									รวม (180)	ร้อยละ
	1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	5 (20)	6 (20)	7 (20)	8 (20)	9 (20)		
1.	14	16	16	16	16	15	16	15	16	140	77.78
2.	16	18	13	14	15	14	14	15	15	134	74.44
3.	15	16	14	15	16	16	17	16	15	140	77.78
4.	17	17	16	16	18	16	17	15	16	148	82.22
5.	16	14	15	16	15	15	16	14	17	138	76.67
6.	18	17	17	15	14	15	13	14	15	138	76.67
7.	16	16	14	16	15	16	14	15	16	138	76.67
8.	15	15	15	15	14	15	16	14	16	135	75.00
9.	16	16	14	14	16	15	15	16	15	137	76.11
10.	17	16	15	15	14	16	17	15	16	141	78.33
11.	16	15	14	14	14	16	17	16	15	137	76.11
12.	15	14	16	13	15	15	14	15	16	133	73.89
13.	16	14	15	14	16	15	13	16	15	134	74.44
14.	15	14	16	16	15	16	16	14	15	137	76.11
15.	14	15	14	14	14	16	16	15	16	134	74.44
16.	17	18	15	15	16	15	17	16	17	146	81.11
17.	14	16	18	16	15	16	16	16	17	144	80.00
18.	18	16	16	15	15	14	16	15	16	141	78.33
19.	15	15	14	17	16	15	16	16	15	139	77.22
20.	17	16	17	16	18	16	17	18	17	152	84.44
21.	16	14	16	15	14	15	15	16	14	135	75.00
22.	16	14	16	14	15	16	16	14	14	135	75.00
23.	14	16	14	14	15	16	14	15	13	131	72.78
24.	16	15	13	16	15	15	15	14	13	132	73.33

ตาราง ง.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ ชุดที่									รวม (180)	ร้อยละ
	1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	5 (20)	6 (20)	7 (20)	8 (20)	9 (20)		
25.	17	15	17	16	15	16	16	17	18	147	81.67
26.	15	17	18	17	14	16	16	15	17	145	80.56
27.	16	16	17	17	16	17	15	16	16	146	81.11
28.	16	14	15	15	16	14	16	15	16	137	76.11
29.	14	16	16	15	14	16	15	14	14	134	74.44
30.	15	13	14	14	15	16	13	15	16	131	72.78
31.	14	15	16	15	15	14	15	16	15	135	75.00
32.	16	15	15	14	16	15	13	16	17	137	76.11
33.	14	16	15	15	14	14	13	14	15	130	72.22
34.	17	15	17	16	16	15	15	14	14	139	77.22
35.	16	17	17	18	18	17	18	17	16	154	85.56
36.	16	16	16	16	16	17	15	17	16	145	80.56
37.	14	15	15	15	15	15	16	16	14	135	75.00
38.	16	15	18	17	16	16	16	16	16	146	81.11
39.	16	16	17	16	16	16	15	16	17	145	80.56
40.	15	17	18	17	17	16	15	17	16	148	82.22
41.	16	16	16	16	17	16	17	17	15	146	81.11
42.	16	16	14	15	16	15	16	13	15	136	75.56
43.	15	14	15	16	15	14	14	14	13	130	72.22
44.	18	18	16	15	15	15	15	14	16	142	78.89
รวม	691	685	685	676	678	679	677	674	682	6127	3,403.89
\bar{X}	15.70	15.57	15.57	15.36	15.41	15.43	15.39	15.32	15.50	139.25	77.36
S.D.	1.13	1.19	1.35	1.08	1.09	0.82	1.28	1.12	1.17	6.01	3.34
ร้อยละ	76.78	76.11	76.11	75.11	75.33	75.44	75.22	74.89	75.78	75.64	75.64

ตาราง ง.3 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันธะเคมี (1 : 100) (E_2)

คะแนนที่นักเรียนสอบได้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	จำนวนที่นักเรียนสอบได้ (นักเรียนทั้งหมด 44 คน)	คะแนนรวม
17	4	68
18	4	72
19	1	19
20	1	20
21	2	42
22	4	88
23	7	161
24	7	168
25	5	125
26	4	104
27	4	108
28	1	28
รวม	44	1003
คะแนนเฉลี่ย		22.80
คิดเป็นร้อยละ		75.98

$$E_1/E_2 = 75.64/75.98$$

ตาราง ๓.4 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ด้วยแบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง พันระเคมี

รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1. นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน	4.69	0.47	มากที่สุด
2. นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้	4.53	0.55	มากที่สุด
3. นักเรียนได้ศึกษาและสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง	4.80	0.40	มากที่สุด
4. นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ	4.58	0.50	มากที่สุด
5. แบบฝึกเสริมทักษะมีความต่อเนื่อง เรียนรู้ได้ง่าย	4.56	0.55	มากที่สุด
6. เวลาในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.56	0.50	มากที่สุด
7. มีความชัดเจนของคำสั่งและ โจทย์ ในแบบฝึกเสริมทักษะและแบบทดสอบ	4.53	0.55	มากที่สุด
8. แบบทดสอบมีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน	4.53	0.59	มากที่สุด
9. นักเรียนได้ทักษะในการศึกษาหาความรู้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้	4.82	0.39	มากที่สุด
10. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.62	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.62	0.50	มากที่สุด

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

- หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือในการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/๕๙๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๘ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย

ด้วย นางสาวนวิรัตน์ โสตศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องพันธุเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยมี ผศ.ดร.สุเทียบ ละอองทอง เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ในการทดลอง ใช้เครื่องมือในการวิจัยที่จะใช้กลุ่มตัวอย่างจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ดังนั้นจึงขออนุญาตให้ นางสาวนวิรัตน์ โสตศิริ ใช้เครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับกำหนดการทำงานผู้ทำการวิจัยจะประสานในรายละเอียดอีกครั้ง มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงมล สมคณา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานคณบดี

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑(๑)/ว๕๘๙

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวปิ่นหล้า ศิลาบุตร

ด้วย นางสาวนวรรตน์ โสตศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องพันธะเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผศ.ดร.สุเทียบ สะอองทอง เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการใน ขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมकुณา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานคณบดี

โทร ๐ ๔๕๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๕๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑(๑)/๖๕๘๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นายรุ่งอรุณ ศรีสุธรรม

ด้วย นางสาวนวรรตน์ โสตศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องพันธุเคมี โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” โดยมี ผศ.ดร.สุเทียบ ละอองทอง เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการใน ขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมकुณา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานคณบดี

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๓๘๐๖
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘
มือถือ ๐๘ ๖๕๖๘ ๑๖๕๖



ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑(๑)/๖๕๘๙

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์

จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางถวิล วรรณวงศ์

ด้วย นางสาวนวรรณ์ โสตศิริ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องพันระเคมิ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยมี ผศ.ดร.สุเทียบ ละอองทอง เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการใน ขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานคณบดี

โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๓๘๐๖

โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘

มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวนวรรตน์ โสคติริ
วัน เดือน ปี เกิด	30 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	บ้านเลขที่ 71 ถนนสุขุมวิท ตำบลเมืองเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 99/63 หมู่บ้านวริยากรินวิลล์ หมู่ 10 ตำบลโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2540 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโนนคูณ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2543 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2546 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2550 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี พ.ศ. 2551 ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพครู) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี พ.ศ. 2558 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์