

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพ  
เคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุ  
และสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียน  
มัธยมขนาดเล็กของสุราษฎร์ธานี  
เขต 11 จังหวัดสุราษฎร์ธานี

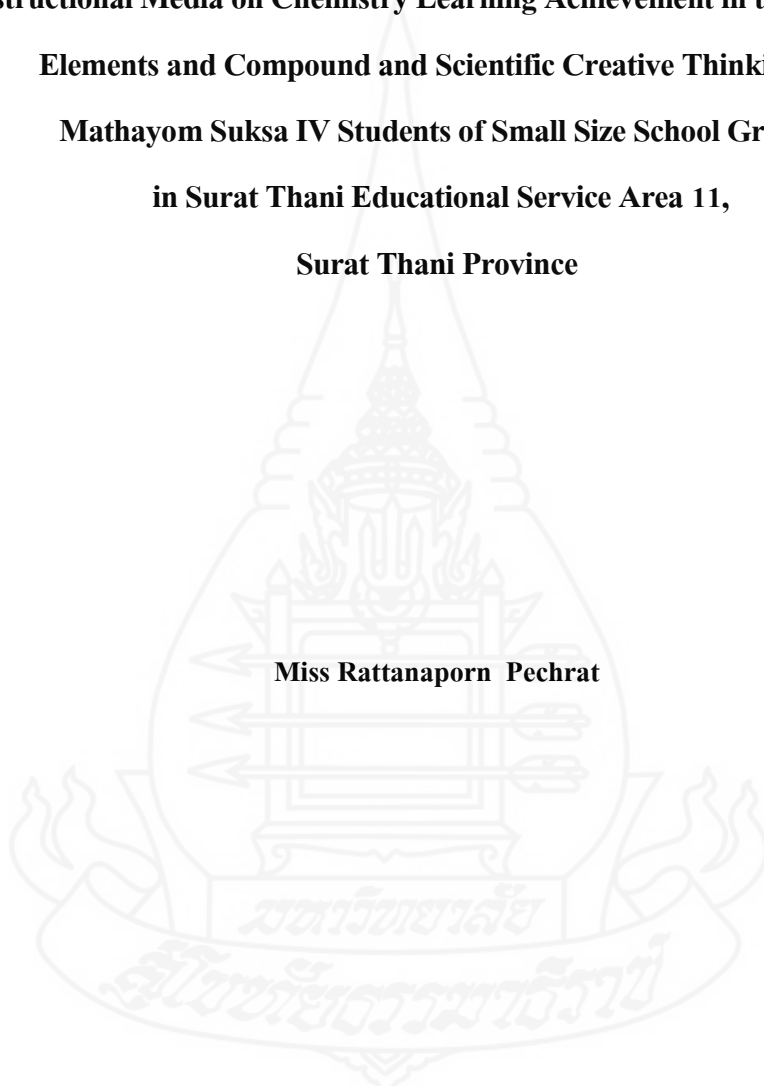
นางสาวรัตนภรณ์ เพ็ชรรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช

พ.ศ. 2560

**The Effects of Using Inquiry Learning Method Together with Animation  
Instructional Media on Chemistry Learning Achievement in the Topic of  
Elements and Compound and Scientific Creative Thinking of  
Mathayom Suksa IV Students of Small Size School Group  
in Surat Thani Educational Service Area 11,  
Surat Thani Province**

**Miss Rattanaporn Pechrat**



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Science Education  
School of Educational Studies  
Sukhothai Thammathirat Open University

2017

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผสมการใช้สื่อการสอน  
ภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุ  
และสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กของสุราษฎร์ธานีเขต 11  
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**ชื่อและนามสกุล** นางสาวรัตนภรณ์ เพ็ชรรัตน์

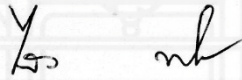
**วิชาเอก** วิทยาศาสตร์ศึกษา

**สาขาวิชา** ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

**อาจารย์ที่ปรึกษา** 1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์  
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

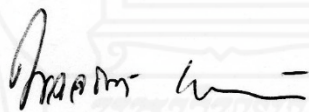
วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไสว พักขาว)



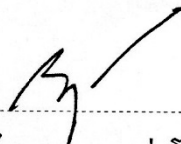
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์)



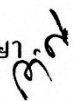
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)



ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา รุ่งโรจน์วิชัย)



**ชื่อวิทยานิพนธ์** ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอน ภาพเคลื่อนไหว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและ สารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กของสุราษฎร์ธานีเขต 11 จังหวัดสุราษฎร์ธานี

**ผู้วิจัย** นางสาวรัตนภรณ์ เพ็ชรรัตน์ รหัสนักศึกษา 2572000616

**ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

**อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์

(2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์ ปีการศึกษา 2560

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้การสอนภาพเคลื่อนไหว กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ (2) เปรียบเทียบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้การสอนภาพเคลื่อนไหว

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมัธยมวิภาวดี ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กใน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ธาตุและสารประกอบ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ และ (3) แบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีค่าเฉลี่ยคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์หลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ** การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สื่อภาพเคลื่อนไหว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

**Thesis title:** The Effects of Using Inquiry Learning Method Together with Animation Instructional Media on Chemistry Learning Achievement in the Topic of Elements and Compound and Scientific Creative Thinking of Mathayom Suksa IV Students of Small Size School Group in Surat Thani Educational Service Area 11, Surat Thani Province

**Researcher:** Miss Rattanaporn Pechrat; **ID:** 2572000616;

**Degree:** Master of Education (Science Education);

**Thesis advisors:** (1) Dr. Nuanjid Chaowakeeratipong, Associate Professor; (2) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor; **Academic year:** 2017

### Abstract

The purposes of this research were (1) to compare learning achievement of students who learned with the use of the inquiry learning method together with animation instructional media in the Science Learning Area topic of Elements and Compounds with the 75 % of full score criterion; and (2) to compare scientific creative thinking of the students before and after learning with the use of the inquiry learning method together with animation instructional media.

The research sample consisted of Matthayom Suksa IV students studying in the first semester of the 2017 academic year at Matthayom Wiphawadee School which was a small sized school in Surat Thani province. The students were obtained by cluster sampling. The employed research instruments were (1) learning management plans for the inquiry learning method together with the use of animation instructional media in the topic of Elements and Compounds; (2) a chemistry learning achievement test on the topic of Elements and Compounds; and (3) a scientific creative thinking test. Data were analyzed using the mean, standard deviation, and t-test.

The results of this study were as follows: (1) the learning achievement mean score of the experimental group students who learned with the use of the inquiry learning method together with animation instructional media was higher than the 75 % of full score criterion at the .05 level of statistical significance; and (2) the post-learning scientific creative thinking mean score of the experimental group students who learned with the use of the inquiry learning method together with animation instructional media was higher than their pre-learning counterpart mean score at the .05 level of statistical significance.

**Keywords:** Inquiry Learning Method, Animation Instructional Media, Learning Achievement, Chemistry, Scientific Creative Thinking

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไสว พักขาว เป็นประธานสอบ รองศาสตราจารย์ ดร. นवलจิตต์ เขาวงกิตพิงส์ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง ให้เกิดความรู้ คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนเสร็จสมบูรณ์เรียบร้อย

ขอขอบคุณนายบุญเลิศ ชุมจุล ผู้อำนวยการโรงเรียน และคณะครู โรงเรียนมัธยมวิภาวดี ที่ได้ให้คำปรึกษา ผู้คอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการวิจัย

ขอขอบคุณ นางสาวดา จิตจำ ครู โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช นางสาวศิริ รัตนบุรี ครู โรงเรียนทุ่งสง และนางเพ็ญลภา การิกถีน ครู โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ความช่วยเหลือ แนะนำข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริมการศึกษาและเป็นกำลังใจในการทำวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสารและผลการวิจัยทุกท่าน ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาอ้างอิงในการทำวิจัย จนกระทั่งสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รัตนารณ์ เพ็ชรรัตน์

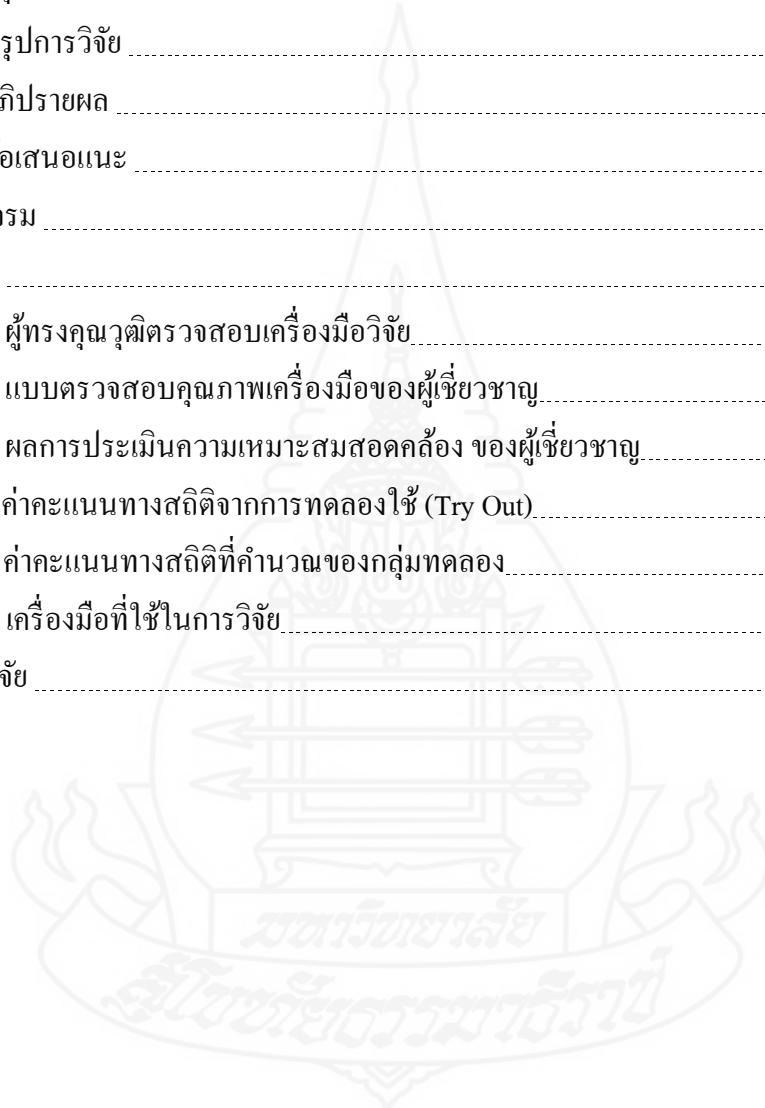
พฤษภาคม 2561

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	6
สมมติฐานการวิจัย .....	6
ขอบเขตการวิจัย .....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	8
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย .....	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....	10
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ .....	11
สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว .....	30
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี .....	37
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	57
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	57
การสร้างและหาคุนภาพเครื่องมือ .....	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	69
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	70
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี .....	70

## สารบัญ (ต่อ)

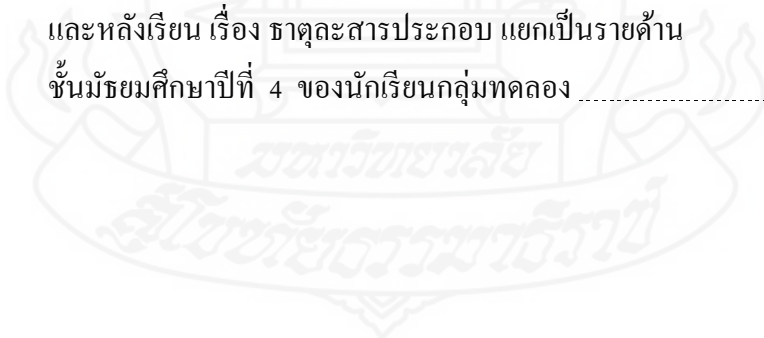
	หน้า
ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ .....	71
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	73
สรุปการวิจัย .....	73
อภิปรายผล .....	75
ข้อเสนอแนะ .....	79
บรรณานุกรม .....	81
ภาคผนวก .....	91
ก ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย .....	92
ข แบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ .....	95
ค ผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้อง ของผู้เชี่ยวชาญ .....	117
ง ค่าคะแนนทางสถิติจากการทดลองใช้ (Try Out) .....	122
จ ค่าคะแนนทางสถิติที่คำนวณของกลุ่มทดลอง .....	135
ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	141
ประวัติผู้วิจัย .....	161





สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนทั่วไป แบบ 5E และแบบ 7E .....	13
ตารางที่ 3.1 กรอบแนวคิดแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ .....	59
ตารางที่ 3.2 การผนวกการเสริมสื่อภาพเคลื่อนไหวกับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ .....	62
ตารางที่ 3.3 ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และตัวบ่งชี้ .....	66
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว ของกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ ที่กำหนดโดยที่ จำนวนนักเรียน 22 คน ( $n = 22$ ) และคะแนนเต็ม ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ 50 คะแนน .....	70
ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง .....	71
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ แยกเป็นรายด้าน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง .....	72



ญ

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) .....	21



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ สมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสสารทั้งในระดับอะตอมและระดับโมเลกุล และในส่วนเนื้อหาที่เป็นนามธรรมจะอธิบายพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของสสารใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ โดยระดับมหภาค เป็นการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่สังเกตได้ ระดับจุลภาค เป็นการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสารที่ไม่สามารถสังเกตได้ และระดับสัญลักษณ์ เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของระดับมหภาคและระดับจุลภาคเข้าด้วยกัน โดยใช้สัญลักษณ์ธาตุ สมการเคมี สูตร โมเลกุล แบบจำลอง เพื่ออธิบายและทำความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2560) เนื่องจากสสารรอบตัวเรามีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ดังนั้นการเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสสารจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตทุกด้านที่เรียกว่าปัจจัย 4 ได้แก่ 1) อาหาร โดยช่วยให้มนุษย์รู้จักคุณค่าของอาหาร การผลิตอาหาร การแปรรูปอาหาร การถนอมอาหาร 2) เครื่องนุ่งห่ม การนำเส้นใยจากแหล่งต่างๆ มาใช้ในการย้อมสีเส้นใย การผสมเส้นใยเพื่อให้มีสมบัติตามความต้องการใช้งาน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นเรื่องระดับโมเลกุลของสสาร 3) ยารักษาโรค รวมทั้งอาหารสุขภาพที่ใช้เพื่อปรับความสมดุลของร่างกายเพื่อสุขภาพที่ดี ซึ่ง ถือเป็นบทบาทสำคัญของเคมีที่มีต่อด้านการแพทย์ นอกจากจะช่วยดูแลด้านสุขภาพแล้วยังส่งผลให้อัตราการตายลดลงด้วย และ 4) ที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้ เกิดจากการเลือกสารต่างๆ ตามสมบัติที่เหมาะสมต่อการใช้งานในลักษณะต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ชีวิตมีความสะดวกสบายขึ้น (กฤษณา ชูติมา, 2551)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีตลอด 15 ปีที่ผ่านมาพบข้อสรุปสำคัญ คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีในระดับที่ต่ำ ดังเช่นงานวิจัยของ อำไพ กำลังหาญ (2545) สถาปนา เกษมศิลป์ (2546) กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547) ดำเนิน ยาทั่วม (2548) และ อังคณา ต่อดิด (2549) ซึ่งผลการวิจัย เหล่านี้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้วิชาเคมียังไม่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง และจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน O-Net ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

ปีการศึกษา 2550-2559 มีค่าเฉลี่ยของคะแนน O-Net ร้อยละ 34.62 , 33.70 , 29.05 , 30.90 , 27.90 , 33.10 , 30.48 , 32.54 , 33.40 , 31.62 ตามลำดับ เฉลี่ย 10 ปี ร้อยละ 34.92 (สำนักงานทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ซึ่งผลคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งแสดงถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิชาเคมีมีลักษณะเนื้อหาเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งเป็นแบบจำลองทางความคิดของนักวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องใช้จินตนาการสูงในการเรียนรู้ โดยเฉพาะเนื้อหาวิชาเคมีตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ที่ต้องเรียนรู้องค์ประกอบภายในอะตอม อนุภาคต่างๆที่อยู่ภายในด้วยลักษณะของการเคลื่อนไหว ซึ่งมีความสำคัญและเป็นพื้นฐานของการเรียนเคมีในระดับสูงต่อไป และมักเป็นปัญหากับนักเรียนในการทำความเข้าใจในเนื้อหา ต้องมีการใช้จินตนาการสูง การสอนให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้สื่อช่วยส่งเสริมความรู้ ในปัจจุบันพบว่าสื่อมัลติมีเดียหรือสื่อภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เข้ามามีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอนเพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยการนำสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้นก็จะทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายการเรียน อยากมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และสื่อการสอนประเภทนี้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนทุกเพศ ทุกวัย สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนเพื่อเป็นการสอนซ่อมเสริม โดยการนำไปเปิดซ้ำหรือส่งวีดิทัศน์ไปให้ผู้เรียนไปศึกษาต่อที่บ้านได้ จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำได้ (วชิระ อินทร์อุดม, 2539; วารินทร์ รัชมิพรหม, 2531; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537; กิดานันท์ มลิทอง, 2548) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า สื่อมัลติมีเดียมีการใช้ภาพประกอบที่มีสีสัน มีทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวที่เหมือนของจริง ทำให้ช่วยเร้าความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้และทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเอง และยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น (ผจญ รุ่งอรุณเลิศ 2551:89) และสอดคล้องกับงานวิจัยของพิศาล วชิราชัย (2549:161) ที่ได้นำภาพแอนิเมชันมาใช้ในการสร้างสื่อทั้งในส่วนนำเข้าสู่บทเรียน และเนื้อหาทำให้สื่อมีการเคลื่อนไหว ดูเป็นธรรมชาติ และน่าสนใจอยู่ตลอดเวลา วิธีการนำเสนอดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและมีความพึงพอใจในระดับมาก

จากการค้นคว้าข้อมูลทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้จากการสร้างสถานการณ์ให้

นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงซึ่งประกอบด้วย การคิดมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา ได้ฝึกการปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น (พิมพันธ์ เชชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข 2548, น.78) จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และคิดละเอียดลออได้ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้นี้นักเรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา คิดหรือประดิษฐ์ผลผลิตที่แปลกใหม่เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ โดยนอกจากนักเรียนจะได้ผลผลิตที่เป็นสิ่งใหม่แล้วนักเรียนยังได้รับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการแก้ปัญหาและการสร้างผลผลิตอีกด้วย (Piltz, 1974; พัชราภรณ์ เมืองศรี, 2550; บัรววย หม่องกี, 2549) และการแบบสืบเสาะที่ใช้อยู่เป็นสิ่งที่เหมาะสมกับการสอนเคมี แต่เนื่องจากเนื้อหาที่เป็นนามธรรมทำให้นักเรียนไม่เข้าใจจึงต้องเอาสื่อภาพเคลื่อนไหวเข้ามาช่วย และสามารถทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ช่วยให้เกิดความคงทนในองค์ความรู้มากขึ้น การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้สื่อเพื่อช่วยส่งเสริมความรู้ไปยังผู้เรียน และช่วยทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมซับซ้อนดังเช่นในวิชาเคมี การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพของสิ่งที่เป็นนามธรรมและมีกรเคลื่อนไหวทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย เนื่องจากประเทศไทยนับว่า เป็นประเทศหนึ่งที่มีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่มีแนวโน้มต่ำลง อีกทั้งยังไม่ได้รับการพัฒนาให้มีรู้ความสามารถและทักษะสำหรับโลกยุคใหม่อย่างเพียงพอ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้นุ่งเน้นการท่องจำเพื่อสอบมากกว่าการให้นักเรียนนำไปใช้ประโยชน์และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เด็กไทยจำนวนมากคิดไม่เป็น ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่รู้วิธีเรียน (ไสว พักขาว, 2544, น.1) การนำเอาศักยภาพที่มี อยู่ในตัวบุคคล และ พัฒนาศักยภาพให้เต็มขีดความสามารถจึงเป็นสิ่งจำเป็น ความคิดสร้างสรรค์นับเป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่นๆ และเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความก้าวหน้าของประเทศชาติ ประเทศใดก็ตามที่สามารถแสวงหาการพัฒนาและดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของประชากรออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากเท่าใด ย่อมมีโอกาสพัฒนาและเจริญก้าวหน้าได้มากเท่านั้น (อารี พันธุ์มณี, 2537, น.5)

นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะทางด้านสติปัญญาที่ทุกคนต้องฝึกฝนและพัฒนา ให้ดีขึ้นโดยไม่หยุดยั้ง และความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะส่งเสริมใน 3

ประเด็นหลัก คือ เพื่อแก้ปัญหาในระดับบุคคล เพื่อเป็นศักยภาพในการประกอบอาชีพ และเพื่อเป็นทรัพยากรที่สำคัญของสังคม (Todd Lubart, 2015) และสอดคล้องกับ ไกรยศ ภัทรา วาท (2556, เว็บไซต์) ได้กล่าวว่าหลายประเทศ กำลังตื่นตัวและให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์ อาทิเช่น ประเทศเกาหลีใต้ได้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาเน้นสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้เด็กมี ทักษะการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นส่วนหนึ่งของคุณภาพประชากรที่ต้องการมีและเสริมสร้างพัฒนาการตั้งแต่วัยเด็กถ้าถูก กระตุ้นอย่างถูกวิธีในปริมาณที่เหมาะสมอย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง (ทวิศักดิ์ จินดาบุรุษย์, 2558) โดยเฉพาะผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่างๆ อันเป็นผลให้มวลมนุษยย์ในโลกได้รับความสะดวกสบายในชีวิตการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางเคมีผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มักชอบประดิษฐ์หรือคิดแปลงสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้เป็นของใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตหรือสังคม นักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาและค้นพบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่ใช่พรสวรรค์ที่ได้รับจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม แต่เป็นศักยภาพหรือคุณลักษณะที่มีพร้อมอยู่ในตัวมนุษย์ทุกคน มากบ้างน้อยบ้างต่างกันที่สภาพแวดล้อมแต่ละคนจะได้รับ (อารีย์ พันธมณี, 2537) และความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวเป็นสิ่งที่เราสามารถปลูกฝังและส่งเสริมได้ด้วยวิธีต่างๆ ที่เหมาะสม (อารี รังสินันท์, 2527, น.1) ดังนั้นในสถานศึกษาครูสามารถพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนโดยใช้เทคนิค ต่างๆ ได้หลายอย่าง จากการวิจัยพบว่าความคิด สร้างสรรค์ต่ำ สามารถปลูกฝังและส่งเสริมให้เกิด ความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นได้

การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวจัดเป็นสื่อมัลติมีเดียประเภทหนึ่ง ที่ใช้ในการเรียนการสอน และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยตอบสนองการเรียนรู้ เนื่องจากสื่อพวกนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับฉันทภูณ สุเมธอริคม (2554, น.7) ได้กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดีย ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นการเรียนการสอนเพราะสื่อ มัลติมีเดียสามารถเร้าความสนใจผู้เรียนและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น เกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน อีกทั้ง ผู้เรียนยังสามารถทบทวนบทเรียนได้เมื่อต้องการ ช่วยสร้างแรงจูงใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีมากยิ่งขึ้น และฉันท ชาติทอง (2554, น.79) ได้กล่าวว่าสื่อมัลติมีเดียช่วยเพิ่มความสามารถในการรับรู้การเข้าใจของผู้เรียนได้เรียนรู้ เนื้อหาที่ซับซ้อนทำให้การจดจำ การคิดริเริ่มขั้นพื้นฐานตลอดจนการคิดได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่ง คือเชาวน์ปัญญา

จากการรายงานประจำปีของสถานศึกษาปีการศึกษา 2557 ของกลุ่ม โรงเรียนมัธยมขนาดเล็กจังหวัดสุราษฎร์ธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 พบจุดด้อยในด้าน

การพัฒนานักเรียนในด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นตามหลักสูตร พัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลทักษะกระบวนการคิดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมทั้งการวัดและประเมินผลการอ่าน การคิดต่างๆ และการเขียนให้ตรงกับมาตรฐานที่กำหนดมีเกณฑ์ประเมินที่มีประสิทธิภาพที่แสดงถึงความสามารถในการคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคลและการเสริมสร้างให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อสามารถนำความรู้ที่แปลกใหม่มาปรับใช้กับความรู้เดิมให้เกิดความรู้ที่ยั่งยืนแก่นักเรียนเอง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552) ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้จากการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงซึ่งประกอบด้วย การคิดมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา ได้ฝึกการปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพชรวิบูลย์ 2548, น.78) จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ชั้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และคิดละเอียดลออได้ เนื่องจากในแต่ละขั้นของการสืบเสาะหาความรู้นี้นักเรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา คิดหรือประดิษฐ์ผลผลิตที่แปลกใหม่เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ โดยนอกจากนักเรียนจะได้ผลผลิตที่เป็นสิ่งใหม่แล้วนักเรียนยังได้รับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการแก้ปัญหาและการสร้างผลผลิตอีกด้วย (Piltz, 1974; พัชรภรณ์ เมืองศรี, 2550; บั้วรวาย หม่องกี, 2549) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผนวกสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวเข้าไปในชั้นการสอนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

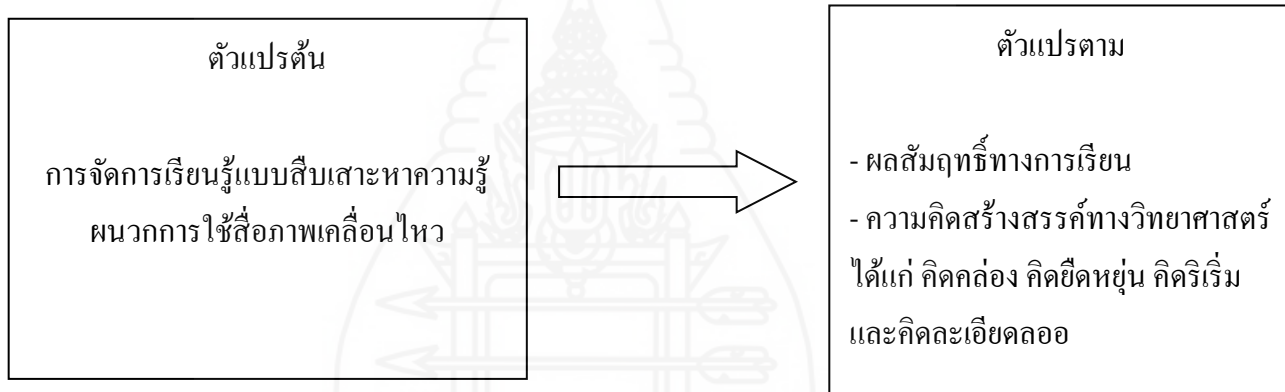
จากสภาพปัญหาและแนวความคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกับการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ กับเกณฑ์ร้อยละ 75

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย



## 4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้ภาพเคลื่อนไหว เรื่องธาตุและสารประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

4.2 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้ภาพเคลื่อนไหว เรื่องธาตุและสารประกอบ จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



## 5. ขอบเขตการวิจัย

### 5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**5.1.1 ประชากร** ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดสุราษฎร์ธานี 19 โรงเรียน จำนวน 262 คน ในเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งมีโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน และจัดนักเรียน โดยความสะดวกแบบเดียวกัน

**5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง** กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวิภาวดี ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ได้มาโดยการ สุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 22 คน

**5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา** เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในรายวิชาเคมี พื้นฐาน (ว 31121) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ปรับปรุง 2551) โดยมีคำอธิบายรายวิชาคือ ศึกษา วิเคราะห์เกี่ยวกับ โครงสร้างอะตอม สัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน การเกิดพันธะเคมีใน โครงสร้างผลึกใน โมเลกุล ของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว สถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาคของสาร สมการปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปีโตรเลียม กระบวนการกลั่นลำดับ ส่วนน้ำมันดิบ การเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์ ปฏิกิริยาของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน กลีเซอรอล และโปรตีน ใช้เนื้อหาในการศึกษาครั้งนี้คือ ธาตุและสารประกอบ จะประกอบด้วยสาระการ เรียนรู้ 7 เรื่อง ได้แก่ โครงสร้างอะตอม อนุภาคมูลฐานของอะตอม สัญลักษณ์นิวเคลียร์ ตารางธาตุ การจัดเรียงอิเล็กตรอน และพันธะเคมี

### 5.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

**5.3.1 ตัวแปรอิสระ** ประกอบด้วย วิธีการสอน ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว

**5.3.2 ตัวแปรตาม** ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

**5.4 ขอบเขตด้านเวลา** การวิจัยในครั้งนี้ได้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 2 เดือน โดยใช้เวลาดทดลองในชั่วโมงเรียนวิชาเคมี จำนวน 20 ชั่วโมง

## 6. นิยามศัพท์เฉพาะ

**6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นหรือเหตุการณ์ที่ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสงสัยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วิธีการและขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4. ขั้นขยายความรู้ 5. ขั้นประเมินผล

**6.2 สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว** หมายถึง ภาพกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีลักษณะมุมมองของภาพที่เหมือนจริง อยู่ในรูปทรง 2 มิติ และ 3 มิติ โดยมีเสียงประกอบการบรรยาย เป็นสื่อภาพเคลื่อนไหวที่สร้างขึ้นมาเองและที่มีการเผยแพร่ในอินเทอร์เน็ต แล้วนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

**6.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว** หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้จนทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการสอน 5 ขั้นตอน โดยการผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวลงในขั้นที่ 2 และ ขั้นที่ 4 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคภายในที่ชัดเจนขึ้น

**6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี** หมายถึง ความรู้ความสามารถในวิชาเคมีตามหลักสูตรของบุคคลที่ได้รับหลังจากการจัดการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมองหรือความรู้วิชาเคมีหรือกระบวนการแสวงหาความรู้ สามารถนำความรู้ความสามารถไปใช้ประโยชน์ได้ การพิจารณาว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีตามหลักสูตรหรือไม่ ต้องใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเป็นเครื่องมือวัด และมีขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีตามทฤษฎีการเรียนรู้ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ วิเคราะห์ และ ประยุกต์ใช้

**6.5 เกณฑ์ร้อยละ 75** หมายถึง เป้าหมายของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มทั้งหมด

**6.6 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบ คิดกว้างไกล เพื่อให้ได้สิ่งแปลกใหม่ โดยอาศัยความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ ที่แปลก

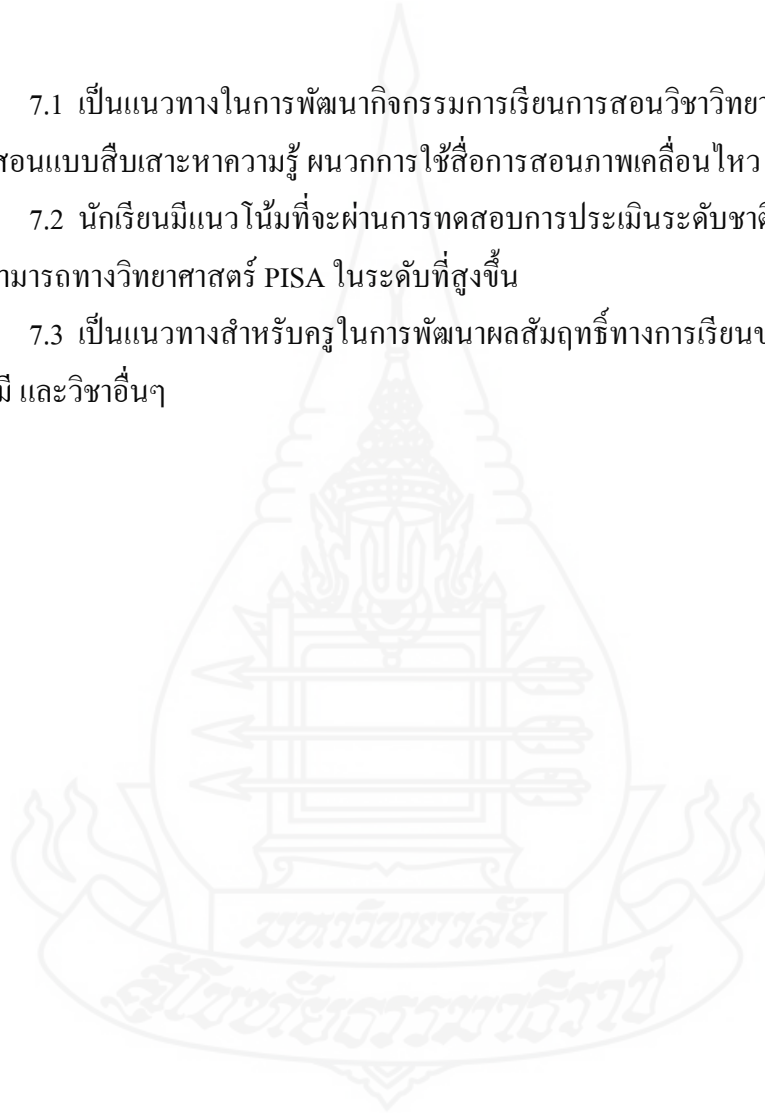
ใหม่ สามารถวัดได้โดยการใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นอัตร้อย  
จำนวน 4 ข้อ ซึ่งครอบคลุมความสามารถในการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียด  
ลออของบุคคล

## 7. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

7.1 เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นที่  
ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว

7.2 นักเรียนมีแนวโน้มที่จะผ่านการทดสอบการประเมินระดับชาติ O-NET และมีผล  
วัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ PISA ในระดับที่สูงขึ้น

7.3 เป็นแนวทางสำหรับครูในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนใน  
รายวิชาเคมี และวิชาอื่นๆ



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกับการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.1 ความเป็นมาและความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.2 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.5 บทบาทของผู้เรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.6 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 1.7 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
  - 2.1 ความหมายของสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
  - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวในการจัดการเรียนรู้
  - 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี
  - 2.4 การสร้างสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
  - 2.5 ประเภทของสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
  - 2.6 การใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวในการสอนเนื้อหาเคมี
  - 2.7 การผนวกสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
  - 3.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
  - 3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 4.4 การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
  - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

## 1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### 1.1 ความเป็นมาและความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### 1.1.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สาระวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ได้นำเสนอการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นหนึ่งในแนวทางการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ที่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในทุกๆ ระดับ ควรมีความเข้าใจ และสามารถนำไปใช้ได้ถูกต้อง บทความนี้จะกล่าวถึง ประวัติการพัฒนการสอนวิทยาศาสตร์ในสหรัฐอเมริกาซึ่งได้ริเริ่มนำแนวการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มาใช้ รวมทั้งการนำแนวทางนี้มาใช้ในประเทศไทยด้วย นอกจากนี้ผู้อ่านจะได้รู้เกี่ยวกับหลักการ แนวทางการจัดการเรียนรู้ และลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

#### ประวัติการพัฒนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ในสหรัฐอเมริกา

สำหรับการนำกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นนับเป็นเรื่องใหม่ที่นำมาใช้ได้ไม่นาน ตามที่ Biological Sciences Curriculum Study (BSCS, 2006) ได้สรุปเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประวัติศาสตร์ของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาไว้ดังนี้

ปี ค.ศ. 1900 วิทยาศาสตร์ศึกษาเน้นให้นักเรียนจดจำข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาและอธิบายถึงปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันนี้ก็มีครูหลายคนใช้วิธีการสอนแบบนี้อยู่

ค.ศ. 1910 จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ได้กล่าวว่าการสอนวิทยาศาสตร์ควร

ใช้วิธีการสอนให้นักเรียนรู้จักคิด และจะทำให้ให้นักเรียนได้คิดเป็นนั่นต้องสอนให้นักเรียนคิดอย่างเป็นกระบวนการ

ปี ค.ศ. 1950-1970 นักการศึกษาชื่อว่า โจเซฟ ชเวป (Joseph Schwab) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นทั้ง “การสืบเสาะหาความรู้ที่มั่นคง” (Stable inquiry) และ “การสืบเสาะหาความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้” (Fluid inquiry) โดยการสืบเสาะหาความรู้ที่มั่นคงจะเกี่ยวกับการใช้ความเข้าใจในปัจจุบันเพื่อเติมลงในช่องว่าง ทำให้เกิดความเข้าใจในองค์ความรู้ แต่การสืบเสาะหาความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้จะเกี่ยวกับการสร้างแนวคิดใหม่ๆ ที่นำไปสู่การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ และอธิบายระดับของการสอนด้วยปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนไว้ดังนี้

1. ระดับพื้นฐาน ครูจะให้คำถาม วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการปฏิบัติการแก่นักเรียนเพื่อให้เกิดการค้นพบความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง

2. ระดับที่สอง ครูจะให้คำถาม วัสดุอุปกรณ์ แต่ไม่ให้วิธีการปฏิบัติการแก่นักเรียน

3. ระดับซับซ้อน ครูจะให้วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ แต่ไม่ให้คำถาม โดยนักเรียนจะต้องสร้างคำถามของตนเอง เก็บรวบรวมหลักฐาน และนำเสนอคำอธิบายที่สอดคล้องจากหลักฐานต่างๆ ที่ตนเองรวบรวมได้ โดยแนวการสอนด้วยปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นี้แตกต่างจากการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นให้ครูเริ่มต้นด้วยการอธิบายสิ่งต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

**ประวัติการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในประเทศไทย**

การศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกามีอิทธิพลต่อการปรับเปลี่ยนการศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สืบเนื่องจากการนำความรู้มาพัฒนาของนักการศึกษาของไทยหลายท่านที่ศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา

สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ก่อตั้งในปีพุทธศักราช 2515 พร้อมกับได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในหลักสูตรสำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย (ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2552) ในช่วงแรก สสวท. ได้นำวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ของ BSCS (Biological Science Curriculum Study) มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับประสบการณ์หรือความรู้เดิมเป็นความรู้หรือแนวคิดของนักเรียนของนักเรียนเรียกวิธีการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle (5Es) หรือ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ โดยปกติแล้วการสืบเสาะ

ทางวิทยาศาสตร์ไม่ยึดติดรูปแบบหรือขั้นตอน นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับ ประยุกต์ ไปตามข้อมูล แนวคิดหรือหลักฐาน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่รับเอาหลักการนี้มาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ แต่การจัดการเรียนการสอนที่เป็นที่นิยมและมีการใช้มาก คือ การจัดการเรียนการสอน โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนชัดเจนทำให้ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนและกำหนดลำดับของการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้ง่าย เพราะเป็นการลงรายละเอียดของขั้นตอน การสอนปกติที่มักจะมี 3 ชั้น คือ ชั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ชั้นสอน และชั้น สรุป ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E จะมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกัน แต่กำหนดให้เอื้อต่อการเรียนรู้โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นที่รู้จักในประเทศไทยมานานแล้ว โดยเฉพาะสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย (สสวท 2549) นอกจากนี้ยังพบว่าครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนิยม เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E (สถาบันวิทยาศาสตร์ 2556) ต่อมามีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นแบบ 7E (Eisenkraft 2003) โดยเพิ่มขึ้นค้นหาความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐาน (Elicit) เข้าไปต่อจากขั้น สร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อเน้นการศึกษาความรู้เดิมของผู้เรียนเพิ่มจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ทั้งนี้การสร้าง ความสนใจและการค้นหาความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานของผู้เรียนสามารถสลับลำดับกันได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 7E ได้เพิ่มขึ้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ (Extension) เข้าไปหลังขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนทั่วไป แบบ 5E และแบบ 7E

วิธีการสอนทั่วไป	วิธีการสอนแบบ 5E	วิธีการสอนแบบ 7E
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นค้นหาความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐาน
ขั้นสอน	ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้	ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่
ขั้นสรุป	ขั้นประเมิน	ขั้นประเมิน

### 1.1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นรูปแบบการสอนวิธีหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีนักศึกษา นักวิชาการ ได้ให้ความหมายของการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ว่า ให้นักเรียน สรุปลงข้อสังเกตได้ดังนี้

ไสว พักขาว (2544, น.102) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนจะลดลง ผู้สอนจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบหรือผู้สอนและผู้เรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมากที่สุด

กรมวิชาการ (2545, น.146) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนเองและเก็บข้อมูลไว้ในสมองอย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.219-220) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบ และค้นคว้าวิธีต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดความรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงสามารถสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนเองและเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญ

สุทธิดา จำรัส (2555, น.2) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบเสาะหาคำตอบและคำอธิบาย ตัวอย่าง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5E และ 7E ซึ่งจัดการเรียนการสอนแบบ 5E มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ส่วนแบบ 7E มีขั้นตอนเพิ่มขึ้น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นค้นหาความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐานต่อจากขั้นสร้างความสนใจ และขั้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ต่อจากขั้นขยายความรู้

กู๊ด (Good, p.1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เสาะ



แสวงหาความรู้โดยการตั้งคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบให้พบด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีการเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ๆ ที่ผู้เรียนได้เผชิญแต่ละครั้ง จะเป็นตัวกระตุ้นการคิดและการสังเกตสิ่งที่สรุปพาดพิงอย่างชัดเจน ประดิษฐ์ คิดค้น ตีความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างชาญฉลาดสามารถทดสอบได้ และสรุปอย่างมีเหตุผล

ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sun and Trowbridge, p.1973) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของผู้เรียน เช่น ความสามารถทางวิธีการ ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งต้องให้อิสระและให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด และเป็นการเรียนที่เน้นการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียน ค้นพบด้วยตนเอง และการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียนรู้

ซานดรา เค เอเบล (Abell, Sandra K., p.2002) อ้างถึงใน NSES (National Science Education Standards) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเกี่ยวกับการสังเกต การถามคำถาม การสำรวจตรวจสอบจากเอกสารและแหล่งความรู้อื่นๆ การวางแผนการสำรวจตรวจสอบ การทดสอบตรวจสอบหลักฐานเพื่อเป็นการยืนยันความรู้ที่ได้ค้นพบมาแล้ว การใช้เครื่องมือในการรวบรวม การวิเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล การนำเสนอผลงาน การอธิบายและการคาดคะเน และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับผลงานที่ได้ และ AAAS (American Association for the Advancement of Science) ได้ให้ความหมายการสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการตั้งคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติพร้อมทั้งกระตุ้นผู้เรียนให้ตื่นตาสงสัยใคร่รู้ ให้ผู้เรียนตั้งใจรวบรวมข้อมูลและหลักฐาน ผู้สอนเตรียมข้อมูลเอกสารความรู้ต่างๆ ที่มีคนศึกษาค้นคว้ามาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ หรือเพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนลึกซึ้งขึ้น ให้ผู้เรียนอธิบายให้ชัดเจน ไม่เน้นความจำเกี่ยวกับศัพท์ทางวิชาการและใช้กระบวนการกลุ่ม

จากการให้คำนิยามและคำจำกัดความของผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการสำรวจ ทดลองเพื่ออธิบายคำตอบหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ประกอบด้วย มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ช่วย

ให้ผู้เรียนคิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล เกิดองค์ความรู้ที่คงทนยาวนาน สามารถถ่ายโยงความรู้ได้ดี และสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

## 1.2 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แนวคิดของปรัชญาวิทยาศาสตร์แนวใหม่ก็คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากการสร้างสรรค์ของแต่ละคนที่มีพื้นฐานมาจากความรู้ สิ่งแวดล้อม และสังคม ปรัชญาการศึกษายุคใหม่ ทฤษฎีการเรียนรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism theory) โดยทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมเชื่อว่า นักเรียนทุกคนมีองค์ความรู้เป็นของตนเอง การสร้างองค์ความรู้ใหม่ต้องอาศัยองค์ความรู้เดิมที่นักเรียนทุกคนมีอยู่ประกอบด้วย สืบค้น และสำรวจตรวจสอบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเข้าใจและได้รับความรู้จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งสภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 2000) กล่าวว่าโดยทั่วไปแนวการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมในชั้นเรียนมีลักษณะ ดังนี้

1. ผู้สอนมีการกระตุ้นนักเรียนเพื่อสร้างความสนใจในเนื้อหาที่กำลังสอน
2. ผู้สอนอนุญาตให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้ในระหว่างที่มีการเรียนการสอนหรือหลังจากที่นักเรียนมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ผู้สอนหยิบยกมาให้
3. เมื่อนักเรียนวางกรอบของงานที่นักศึกษาได้มีการใช้พุทธิพิสัยในด้านการจำแนก การวิเคราะห์ การทำนาย และการสร้างสรรค์ในการทำงาน
4. ผู้สอนสร้างความสนใจให้กับนักเรียน ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยการที่ผู้สอนถามคำถามผู้เรียนแบบปลายเปิดและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการถามคำถามซึ่งกันและกัน
5. ผู้สอนสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์ในการไปสู่การตั้งสมมติฐานและจากนั้นมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน
6. ผู้สอนขยายความรู้ของผู้เรียนจากการนำสมมติฐานที่ผู้เรียนตั้ง มาเป็นประเด็นในการอภิปรายร่วมกัน
7. เมื่อผู้สอนถามคำถามผู้เรียนไปแล้ว ต้องคอยสักระยะหนึ่งเพื่อให้ผู้เรียนได้คำตอบ
8. ผู้สอนใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ในการเรียนการสอนโดยมีการสร้างความสนใจในการเรียน การให้ผู้เรียนสำรวจและค้นหา การให้ผู้เรียนอธิบายการขยายความรู้ของผู้เรียน และการประเมินผล

นอกจากนั้นสภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 2000) ยังได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญนั้นมีหลากหลายกระบวนการ การใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบ

เสาะหาความรู้เป็นกระบวนการหนึ่ง ซึ่งพบว่าวัฏจักรการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้หลายความคิดเช่นกัน เช่น

### 1. แนวความคิดของดิวอี้ (Dewey's ideas)

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เป็นนักการศึกษาและปรัชญาที่มีชื่อเสียงในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1859-1952 โดยแนวความคิดของดิวอี้เกี่ยวกับการศึกษา พบว่า อยู่ในโลกของธรรมชาติมากที่สุด ดิวอี้ มีความรู้สึว่า “การสอนควรจะเป็นกระบวนการที่ต้นตัว รวมทั้งเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ที่เป็นสิ่งที่นักเรียนสนใจ” ดิวอี้มีความเชื่อว่ากระบวนการคิดจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลนั้นเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นและมีความตื่นตัวทางความคิดที่จะค้นหาวิธีการในการแก้ไขปัญหา นั้นโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล และดิวอี้ยังมีความคิดที่ว่า ในการเรียนการสอนถ้าหากผู้สอนมีการตั้งปัญหาถามนักเรียนบ่อยๆ นั้นเป็นสิ่งที่ดี แต่พบว่าปัญหาที่ผู้สอนถามนักเรียนมักจะมาจากปัญหาที่อยู่ในความสนใจของผู้สอนมากกว่าที่เป็นปัญหาที่นักเรียนสนใจที่จะคิดตามขึ้นมาเอง อย่างไรก็ตาม ดิวอี้ ต้องการให้โรงเรียนมุ่งเน้นในการสร้างความสนใจให้นักเรียนในเรื่องของปัญหาและการคิดให้มาก

### 2. แนวความคิดของเพียเจต์ (Piaget's ideas)

จิน เพียเจต์ (Jean Piaget) เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวสวิส ที่มีชื่อเสียงทางด้านการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ (Human behavior) ในช่วง ปีค.ศ. 1896-1980 เพียเจต์ ได้ทำการวิจัย และศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านพุทธิพิสัยของมนุษย์ งานวิจัยของเขามุ่งเน้นเกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจที่สามารถทำให้เด็กใช้ในการแก้ปัญหาของเขา ได้จำแนกการพัฒนาการทางด้านจิตใจออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งจะใช้เป็นตัวบ่งชี้การพัฒนาความรู้และการใช้ความคิดที่เป็นเหตุผล เพียเจต์ เชื่อว่า “เด็กสร้างความรู้ความเข้าใจและการแสดงออกอย่างเป็นแบบแผนจากประสบการณ์ของเด็ก ซึ่งประสบการณ์ของเด็กใช้เพื่อประมวลความคิดใหม่ขึ้นมาในการสร้างองค์ความรู้” ทฤษฎีของเพียเจต์อยู่บนพื้นฐานแนวคิด 3 ประการ ดังนี้

2.1 ความรู้เป็นผลของปฏิสัมพันธ์ที่มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างบุคคล  
สิ่งแวดล้อม

2.2 ความฉลาดสามารถฝึกฝนได้จากการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่  
และผสมผสานกับปฏิบัติสัมพันธ์ทางด้านร่างกายและสังคมด้วย

2.3 การพัฒนาทางด้านความรู้ความเข้าใจเป็นเรื่องกลไกควบคุมของแต่ละ  
บุคคลและผสมผสานกับปฏิสัมพันธ์ทางด้านร่างกายและสังคม

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ เพียเจต์ ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการศึกษ  
พบว่า มีแนวคิดที่เกี่ยวกับการสืบเสาะดังนี้ คือ

- 1) การเรียนรู้ของเด็กควรจะตื่นตัวและอยู่บนพื้นฐานของการค้นพบสิ่งต่าง ๆ
- 2) เด็กควรจะได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน
- 3) ยุทธศาสตร์ในการเรียนการสอนควรจะมีการคัดแปลง ยืดหยุ่น เพื่อให้มีความเหมาะสมกับโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจของเด็ก
- 4) การเปลี่ยนแปลงแนวความคิดของเด็กควรจะได้รับ การส่งเสริม โดยผู้สอน อาจจะมีการทดสอบเพื่อดูแนวความคิดของเด็ก และควรตระหนักในเรื่องของการส่งเสริมให้เด็กมีการคิดอย่างมีแบบแผนทางวิทยาศาสตร์

### 3. แนวความคิดของ วีกอตสกี (Vygotsky's ideas)

วีกอตสกี (Lew Vygotsky) เป็นนักปรัชญาชาวรัสเซีย ในช่วง ค.ศ. 1896-1934 มีความสนใจในเรื่องของการพัฒนาการความรู้ความเข้าใจ วีกอตสกี กล่าวว่าเด็กมีระยะการ พัฒนาการ 2 ระดับ ในการพัฒนาการระยะแรกเป็นการพัฒนาทางด้านสังคม ส่วนการพัฒนาการ ระยะหลังเป็นการพัฒนาการส่วนบุคคล โดยระยะแรกเด็กเกิดการเรียนรู้ เรื่องราวของบุคคลที่ราย ล้อมและเกี่ยวข้องจากการจดจำและการบันทึกข้อมูล ส่วนระยะหลังจะเป็นการพัฒนาที่เกิดจาก ความซับซ้อนที่เกิดขึ้นกับตัวเด็กเอง

นอกจากนี้ วีกอตสกี ยังได้เสนอแนวความคิดของเขาเกี่ยวกับพัฒนาการ ทางด้านความรู้ ความเข้าใจออกเป็นระดับขั้น หรือที่เรียกว่าระดับของการพัฒนา “Zone of Proximal Development” หรือ ZPD โดยเขากล่าวว่าขั้นของการพัฒนาของเด็กมีความสนใจในพฤติกรรมทาง สังคมซึ่งระดับของการพัฒนานี้ เป็นระยะทางระหว่างระดับของการพัฒนาจริงที่เกิดขึ้นของตัวเด็ก เองกับระดับของศักยภาพของการพัฒนาที่เกิดขึ้นภายใต้การแนะนำของผู้ใหญ่ หรือจากการทำงาน ร่วมกับเพื่อนที่มีความรู้ความสามารถมากกว่า และในช่วงระหว่างขั้นของการพัฒนาสามารถเติม เต็มศักยภาพในการพัฒนาได้

จากแนวคิดดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการเรียนรู้จะสร้างความสนใจ ให้แก่นักเรียนเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ศักยภาพใน การค้นหาคำตอบนั้นๆ การเรียนการสอนหลายวิธีสามารถใช้วัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนได้ เช่น การตั้งคำถามประเภทว่า “อะไร และทำไม” ในการถามนักเรียนเพื่อการนำเข้าสู่การนำเข้าสู่บทเรียน

### 4. แนวคิดของออสูเบล (Ausubel's ideas)

เดวิท ออสูเบล (David Ausubel) เป็นนักปราชญ์ทางการศึกษา ในช่วง ปี ค.ศ.1950-1970 แนวความคิดของออสูเบลเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ เป็นกรอบสำหรับ แนวความคิดที่เป็นลำดับขั้น เขาเชื่อว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายที่แท้จริงนั้น ต้องมีการเชื่อมโยง ระหว่างความรู้เดิม ความรู้ในปัจจุบันและความรู้ใหม่เข้ามาด้วยกัน

จากแนวความคิดที่กล่าวมาแล้ว การสืบเสาะหาความรู้มีพื้นฐานมาจากคอนสตรัคติวิซึม เนื่องจากนักเรียนต้องอาศัยความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม ที่นักเรียนมี การสืบค้น การแก้ปัญหา และนักเรียนจะเกิดการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองที่คงทน

### 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งมีผู้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ไสว พักขาว (2544, น. 102-104) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอสถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นปัญหา โดยผู้สอนอาจเล่าเรื่องโดยใช้สื่ออุปกรณ์ภาพประกอบหรือนำของจริงมาแสดงก็ได้
2. ชี้นำสังเกต ผู้สอนให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยก็ได้
3. ชี้นำอธิบาย ผู้สอนให้ผู้เรียนคิดสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้นจากความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
4. ชี้นำทดสอบ ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันตั้งคำถาม เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้มากที่สุด เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยผู้สอนจะไม่พยายามตอบคำถามในลักษณะที่จะอธิบายคำตอบของปัญหา แต่อาจตอบเพียง "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" เท่านั้น นอกจากการถามแล้ว ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนศึกษาหรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานด้วยก็ได้ ในกรณีที่เรื่องไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาไม่มาก
5. ชี้นำสรุป ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นตอนทดสอบเพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา
6. ชี้นำความรู้ไปใช้ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.225-227) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนตามแนวคิดของ สสวท. ประกอบด้วย ขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ชี้นำสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่จะนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือเกิดจากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง โดยผู้สอนสร้างสถานการณ์ขึ้นแล้วใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากรู้ อยากรู้อะไร อยากรู้อะไร หรือตอบข้อสงสัยของปัญหานั้น

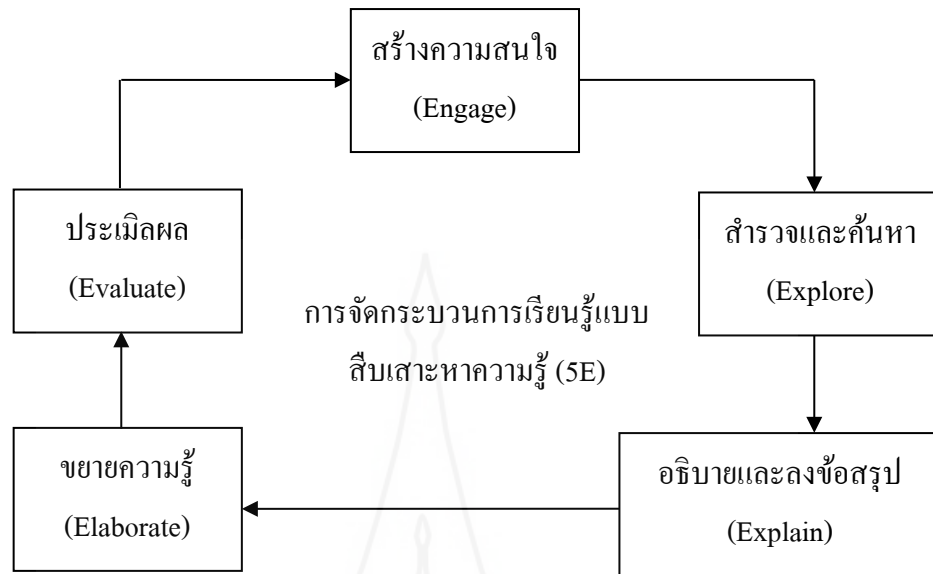
2. ขั้นการสำรวจค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับประเด็นปัญหาเข้าเป็นหมวดหมู่ โดยผู้สอนจะใช้คำถามกระตุ้นส่งเสริมและใช้คำถามชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมไปในแนวทางที่กำหนดไว้

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ จึงนำข้อมูลที่ได้อธิบายหรือสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่ป้อนคำถามให้ผู้เรียนอธิบายความรู้ที่ผู้เรียนได้รวบรวมมาในขั้นที่ 2 เป็นความคิดของผู้เรียนเอง เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจและตรวจสอบไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่ใช้คำถามให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหลังจากที่ได้มีการเชื่อมโยงความรู้แล้ว ถ้าในกรณีที่ข้อมูลเกิดการผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง ผู้สอนจะใช้คำถามชี้แนะให้คิดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เพื่อเป็นพื้นฐานในขั้นต่อไป

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่จะประเมินผู้เรียนว่ามีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใด โดยให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหรืออธิบายความรู้ที่ได้ศึกษามา ผู้สอนจะใช้คำถามปลายเปิดให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นหรืออธิบายความรู้และใช้คำถามเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับโดยผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ทั้ง 4 แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

บีเอสซีเอส (BSCS, 2006) นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง โดยเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Inquiry cycle (5Es) หรือ Engage Explore Explain Elaborate และ Evaluate ดังรูปที่ 1 และมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ที่มา : The BSCS 5E Instructional Model : Origins, Effectiveness, and Applications. (2006)

1. การสร้าง ความสนใจ (Engage) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน และควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงความคิดรวบยอด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2. การสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน หลังจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้สอนควรระลึกรักษาอยู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่

ผู้เรียนมีใจจดจ่อระหว่างการทำกิจกรรม ผู้เรียนควรจะสามารถเชื่อมโยงการสังเกต การจำแนกตัวแปร และคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้นได้

3. การอธิบาย (Explain) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ผู้สอนควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ผู้สอนควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุปและการอธิบายรายละเอียด แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนควรระลึกอยู่เสมอว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของผู้สอนเพียงแต่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสอย่างเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaborate) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่ผู้เรียนจะได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ผู้สอนควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluate) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ผู้สอนต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

สุทธิดา จำรัส (2555, น.2) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมในการสร้างแนวคิดใหม่ สามารถทำได้โดยใช้กิจกรรมสั้นๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยอยากรู้อยากเห็นหรือเกิดคำถาม ซึ่งกิจกรรมควรจะต้องเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำลังจะปฏิบัติ ทั้งนี้กิจกรรมดังกล่าวต้องช่วย



จัดกรอบแนวคิดของผู้เรียนเพื่อให้สามารถเข้าใจหรือรู้จุดมุ่งหมายของการเรียนหรือกิจกรรมที่กำลังจะปฏิบัติได้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นนี้เป็นหัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และเป็นขั้นที่ผู้สอนต้องอาศัยความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และวิธีสอนในการกำหนดกิจกรรมสำหรับผู้เรียน ซึ่งกิจกรรมในขั้นนี้จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหา เช่น เนื้อหาที่เป็นนามธรรม อาจจะต้องใช้การสำรวจและค้นหาผ่านกิจกรรมสร้างแบบจำลอง หรือเนื้อหาที่ศึกษาปัจจัยหรือตัวแปร อาจจะต้องใช้กิจกรรมการทดลอง เป็นต้น ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้มีโอกาสใช้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างหลากหลายรวมทั้งการฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบและดำเนินการทดลอง การเก็บข้อมูล การสร้างแผนภูมิและแผนภาพ การตีความผลการสืบเสาะ การจัดระบบข้อมูลที่ได้ บทบาทของผู้สอนในขั้นนี้มีความสำคัญในฐานะผู้ตั้งคำถาม แนะนำ วิธีการสืบเสาะ ให้ข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นของการลงมือปฏิบัติ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้สะท้อนความเข้าใจโดยการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากกิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา โดยผู้สอนต้องเชื่อมโยงไปยังคำถามที่เกิดขึ้นในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวคิด รวมทั้งเปรียบเทียบกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่ได้ในขั้นค้นหาความรู้เดิม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายหรือนำเสนอสาระสำคัญของแผนการเรียนจะปรากฏในขั้นนี้ นอกเหนือจากการอธิบายและลงข้อสรุปแนวคิดแล้ว ผู้เรียนสามารถแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้มีรายละเอียดครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งสามารถลงรายละเอียดในแนวคิดนั้นๆ หรือขยายแนวคิดออกไปเพื่อให้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องก็ได้ เช่น เมื่อผู้เรียนได้อธิบายและลงข้อสรุปเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช ผ่านกระบวนการถ่ายละอองเรณูแล้ว ผู้สอนอาจจะออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยขยายแต่ละขั้นของการถ่ายละอองเรณูเพื่อศึกษาถึงรายละเอียดหรือกลไกของการถ่ายละอองเรณูหรือจะขยายในเชิงกว้างคือ การศึกษาการถ่ายละอองเรณูในธรรมชาติและผลที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในขั้นขยายความรู้จะมีกิจกรรมเพิ่มเข้ามา โดยจะไม่ใช้วิธีบรรยายหรือให้ข้อมูลจากผู้สอน

5. **ขั้นการประเมิน (Evaluation)** ขั้นประเมินจะทำให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ว่าเป็นไปตามจุดประสงค์ของบทเรียนหรือไม่

จากการอธิบายขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของหลายท่านสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นไม่ยึดติดรูปแบบหรือขั้นตอน ผู้สอนสามารถปรับประยุกต์ไปตามข้อมูล แต่การจัดการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมและมีการใช้มากคือ การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะแบบ 5 ขั้นตอน (5E) เนื่องจาก เป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนชัดเจน ทำให้ผู้สอนสามารถออกแบบการสอนและกำหนดลำดับของการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้ง่าย ซึ่งประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นการประเมิน

#### 1.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ผู้วิจัยได้ศึกษาบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะจากเอกสารวิชาการต่างๆ พอสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

คาลลานฮาน (Callanhan, 1998 , p.216) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังนี้

1. ผู้สอนมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับผู้เรียนมากกว่าบอกให้ผู้เรียนทำตาม
2. ผู้สอนตั้งคำถาม ตั้งประเด็นที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความคิดและพยายามค้นหาคำตอบ
3. ในขณะที่ผู้เรียนพยายามค้นหาคำตอบ ผู้สอนควรแนะนำโดยให้ความชัดเจนกับปัญหา
4. ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียน เพื่อส่งเสริมการคาดเดา การตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา
5. สนับสนุนให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง
6. ช่วยผู้เรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายในชั้นเรียน และพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด โดยไม่มีการข่มขู่เมื่อตอบคำถามไม่เป็นดังที่คาดหวัง

พิมพ์พ์ เดชะคุปต์ (2544, น.57) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1. เป็นผู้กระตุ้น ให้ผู้เรียนคิดโดยกำหนดปัญหา ให้ผู้เรียนวางแผนหาคำตอบเอง
2. เป็นผู้ให้การเสริมแรง โดยการให้รางวัล หรือกล่าวชมเพื่อให้กำลังใจ ช่วยให้เกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง
3. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยบอกข้อดี ข้อบกพร่องแก่ผู้เรียน
4. เป็นผู้แนะนำและกำกับ โดยเป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมไม่ให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง
5. เป็นผู้จัดระเบียบ โดยเป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอุปกรณ์ สื่อการสอนแก่ผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.6) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. วางแผนเตรียมการล่วงหน้าเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน และเตรียมกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม
2. จัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม มีการสร้างแรงจูงใจ และเสริมแรงอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ
3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ไม่ควรบอกคำตอบในทันที แต่ควรแนะนำให้ผู้เรียนหาคำตอบได้เอง
4. ควรนำวิธีสอนอื่นๆ เช่น การสาธิต การใช้คำอธิบายมาใช้เพิ่มเติมในกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปบทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า ผู้สอนควรมีบทบาทในการออกแบบ วางแผนในการจัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม เตรียมพร้อมล่วงหน้าในด้านอุปกรณ์ ออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับเวลาและสถานที่ ผู้สอนคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด สร้างแรงจูงใจ เสริมแรงและคอยกำกับไม่ให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง และคอยให้กำลังใจอย่างต่อเนื่อง

### 1.5 บทบาทของผู้เรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับผู้เรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนพยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน
3. แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

#### 4. พุค ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่ผู้เรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

อารี พันธุ์ณี (2540, น.66-67) กล่าวว่า ในการเรียนของผู้เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ในแต่ละขั้นผู้เรียนควรแสดงบทบาทดังนี้

##### 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

1.1 ตั้งคำถาม

1.2 ตอบคำถาม

1.3 แสดงความคิดเห็น

1.4 กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะตรวจสอบให้ชัดเจน

1.5 แสดงความสนใจ

##### 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)

2.1 คิดอย่างมีอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม

2.2 ตั้งสมมติฐาน

2.3 พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย

2.4 ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาในการสำรวจ ตรวจสอบ

2.5 ตรวจสอบสมมติฐานอย่างมีระบบและขั้นตอนถูกต้อง

2.6 บันทึกการสังเกตหรือผลสำรวจ ตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียด

รอบคอบ

2.7 กระตือรือร้นมุ่งมั่นในการสำรวจและตรวจสอบ

##### 3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)

3.1 อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจ ตรวจสอบที่ได้

3.2 อธิบายผลการสำรวจ ตรวจสอบ ความสอดคล้องกับข้อมูล

3.3 อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์และมีเหตุผล หลักการหรือหลักฐานประกอบ

3.4 ฟังการอธิบายของคนอื่นแล้วคิดวิเคราะห์

3.5 อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

##### 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)

4.1 ใช้ข้อมูลในการสำรวจ ตรวจสอบ ไปอธิบายหรือนำทักษะจากการสำรวจ ตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม

4.2 นำข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบ ไปสร้างความรู้ใหม่

4.3 นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวัน

## 5. ชั้นประเมินผล (Evaluate)

5.1 วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

5.2 ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกต หลักฐานและคำอธิบายเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์ และอาจนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบใหม่

5.3 ประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ของตนเอง

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าบทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ผู้เรียนจะต้องมีการกำหนดปัญหาหรือข้อสงสัยที่ต้องการตรวจสอบให้ชัดเจน แสดงความคิดอย่างอิสระและมีเหตุผล ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ มีส่วนร่วมในการอธิบายหรืออภิปราย การแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจ ตรวจสอบ สามารถนำข้อมูลจากการสำรวจ ตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่และวิเคราะห์การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

### 1.6 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหา ไพบูลย์ (2540, น.156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงทำให้เกิดความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา
2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนการคิดและการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดการระบบความคิดและวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความรู้ที่คงทน กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำความรู้ได้ยาวนานและสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ได้
3. เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้
4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนมติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. ผู้เรียนจะเป็นผู้มีความเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2545, น. 68-69) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ดังนี้

1. เพิ่มศักยภาพด้านสติปัญญา (Intellectual potency) เนื่องจากการเรียนแบบสืบเสาะผู้เรียนต้องเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เช่น การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การแปลความหมาย และลงข้อสรุป เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา เรียนรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นจึงส่งเสริมความสามารถในด้านสติปัญญา ทำให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น
2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ในการเรียนแบบสืบเสาะ ผู้เรียนจะมุ่งอยู่ที่ความสำเร็จของการแก้ปัญหา จนกระทั่งได้รับความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

ผู้เรียนมีความคิดเป็นอิสระในการควบคุม นำทางตนเอง ไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหาไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องรางวัล และการลงโทษ สามารถพัฒนาความมีวินัยในตนเองมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง ไม่ท้อถอยเมื่อเผชิญอุปสรรค หรือประสบความล้มเหลวในการแก้ปัญหา ดังนั้นแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ซึ่งส่งเสริมให้เกิดความรู้ที่มีความหมายได้

3. เป็นการเรียนรู้ยุทธศาสตร์ในการเรียน (Heuristic of learning) การเรียนแบบสืบเสาะผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนในวิธีการแก้ปัญหา การค้นพบความรู้ ยุทธวิธีในการสืบเสาะที่ใช้กันมาก ได้แก่ กระบวนการใช้คำถาม กระบวนการจัดการทำข้อมูลซึ่งรวมถึงการบันทึก การวิเคราะห์ การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไขด้วย จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวของสมอง และสามารถเรียกกลับมาใช้ได้ อีก เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้น จะทำให้เกิดการระลึกได้ ถึงความรู้ดังกล่าวจึงถูกนำกลับมาใช้ได้อีกครั้ง ดังนั้น ความรู้ที่เก็บไว้จะถูกนำมาใช้อยู่ตลอดเวลา ความรู้จึงคงทนไม่ลบเลือนไป กระบวนการจดจำความรู้ก็จัดเป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่นำเอาความรู้ใหม่ไปเก็บบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ แล้วสามารถเรียกมาใช้ได้ตามความต้องการในกระบวนการนี้สิ่งที่สำคัญก็คือ การเลือกรับความรู้ตามที่ตนสนใจ ความรู้ใหม่จะถูกนำไปบูรณาการกับความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ทำให้เกิดความเป็นความรู้ที่กว้างขวาง และมีความหมาย การเรียนแบบสืบเสาะก็เช่นกันผู้เรียนจะนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้แก้ปัญหาลงเวลา โดยปัญหาจะทำหน้าที่เป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดการระลึกได้ดังกล่าวที่ต้องการจะใช้ ดังนั้นจึงจะช่วยส่งเสริมการจดจำความรู้หรือทำให้ความรู้มีความคงทนหรือลืมยาก

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549, น.105) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วผู้สอนและผู้เรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัย นำศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุดหากทั้งผู้สอนและผู้เรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลา การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

พิมพันธ์ เฉชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น.78) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงเกิดความอยากเรียนเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการปฏิบัติ ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา สามารถเรียนรู้มนทัศน์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น อีกทั้งส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่น กล้าที่จะสร้าง

ความสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค ผู้เรียนได้ ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ดังนั้น สรุปข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่าเป็นการจัดการ เรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจ ความสงสัย ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้ อยากค้นหาคำตอบ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นคว้าหาคำตอบ ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ฝึกกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ได้เรียนรู้ จากการลงฝึกปฏิบัติ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายหรือคงทนถาวร รวมถึงผู้เรียน สามารถประเมินความเข้าใจของตนเองแล้วนำไปปรับปรุงตนเองได้ และสามารถนำความรู้ไปต่อยอดใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้

### 1.7 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม (2545, น.70) กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างมาก
2. หากสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่เร้าใจผู้เรียน อาจจะทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ น้อย มีผลทำให้บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ไม่เร้าใจเท่าที่ควร ดังนั้นผู้สอนต้องเตรียมสร้างสถานการณ์ที่สามารถทำให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมมากที่สุด
3. สำหรับเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อนและค่อนข้างยาก จะทำให้ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้าอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนที่มีวุฒิภาวะยังไม่ได้เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่วางไว้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น.79) กล่าวถึงข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจะใช้เวลามาก บางครั้งได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนด ถ้าสถานการณ์ที่ผู้สอนสร้างขึ้นไม่น่าสงสัยแปลกใจ ก็จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง หากผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ ประกอบกับเนื้อหาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจไม่สามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเองได้ ถ้าใช้การจัดการเรียนรู้แบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองลดลง ถ้าผู้เรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้ผู้เรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าผู้สอนมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ และมี

ผลต่อบรรยากาศในห้องเรียนข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้ผู้เรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีแบบนี้ได้

ดังนั้น สามารถสรุปข้อจำกัดของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งมาก โดยเนื้อหาที่บรรจุในหลักสูตรก็มีมากเช่นกัน ทำให้มีเวลาไม่เพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้ ถ้าผู้สอนจัดการเรียนไม่น่าสนใจก็อาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้ โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ จะทำให้ขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหาที่จะส่งผลทำให้การเรียนรู้อาจไม่เกิดประสิทธิภาพ

## 2. สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว

### 2.1 ความหมายของสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว

วารินทร์ รัชมีพรหม (2531, น.10) ได้กล่าวว่า สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือ หรือช่องทางสำหรับการสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ประกอบด้วย ข้อมูล ตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และอื่นๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2537, น.20) ได้กล่าวว่า สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว หมายถึง วัสดุ (สิ่งสิ้นเปลือง) อุปกรณ์ และที่ประสมประสานระหว่าง ข้อมูล ตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และอื่นๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อเป็นสื่อกลางให้ผู้สอน สามารถส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ (อารมณ์ ความรู้สึก ความสนใจ ทักษะ และค่านิยม) และทักษะ ไปยังผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิดานันท์ มลิทอง (2548) ได้กล่าวว่า สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว หมายถึง สื่อใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเสียง สไลด์ ตัวอักษร แผนภูมิ รูปภาพ ประสมประสาน เป็นภาพที่สามารถเคลื่อนไหวได้ ซึ่งบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว หมายถึง วัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่สร้างการประสมประสานระหว่าง ข้อมูล ตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และอื่นๆ เป็นภาพที่สามารถเคลื่อนไหวได้ เพื่อเป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ เจตคติ ทักษะต่างๆ ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามจุดประสงค์การเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ



## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวในการจัดการเรียนรู้

วชิระ อินทร์อุดม (2539) ได้กล่าวว่า คุณค่าและประโยชน์ของการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีดังนี้

1. ผู้เรียนได้เห็นภาพและได้ยินเสียงไปพร้อมๆ กัน ซึ่งเป็นการรับรู้โดยผ่านสัมผัสทั้ง 2 ทาง ซึ่งย่อมดีกว่าการรับรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง
2. ผู้เรียนสามารถเข้าใจกระบวนการที่ซับซ้อนได้โดยอาศัยศักยภาพของเครื่องมือ
3. การผลิตวีดิทัศน์ที่สามารถย่อ ขยายภาพ ทำให้ภาพเคลื่อนที่ช้า หรือเร็ว หรือหยุดนิ่ง แสดงกระบวนการที่มีความต่อเนื่อง มีลำดับขั้นตอนในเวลาที่ต้องการ โดยอาศัยเทคนิคการตัดต่อ
4. บันทึกเหตุการณ์ในอดีตและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่างสถานที่ ต่างเวลา เปิดชมได้ทันที
5. เป็นสื่อที่ใช้ได้ทั้งรายบุคคล กลุ่มย่อย กลุ่มใหญ่ และใช้กับมวลชน ใช้กับผู้เรียนทุกเพศทุกวัยทุกระดับชั้น
6. สื่อภาพเคลื่อนไหวที่ได้รับการวางแผนการสร้างที่ดี ผลิตอย่างมีคุณภาพสามารถใช้แทนผู้สอนได้
7. ใช้ได้กับทุกขั้นตอนของการสอน ไม่ว่าจะเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ชั้นระหว่างการสอนหรือขั้นสรุป
8. ใช้เพื่อการสอนซ่อมเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
9. ใช้เพื่อบันทึกภาพที่เกิดจากอุปกรณ์ฉายภาพหลายชนิด เช่น ภาพสไลด์ ฟิล์มสตริปภาพยนตร์ได้ ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องฉายหลายประเภทในห้องเรียน
10. ใช้เป็นแหล่งศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยการทำห้องสมุดวีดิทัศน์ใช้ในการฝึกอบรมผู้สอนด้วยการบันทึกการสาธิตวิธีการสอน การบันทึกรายการ การจัดการศึกษาใหม่ๆ
11. ช่วยปรับปรุงเทคนิควิธีการสอนของผู้สอน โดยการใช้เทคนิคการสอนแบบจุลภาค ใช้ในการศึกษาแบบเปิด และการศึกษาทางไกล โดยอาจจะใช้เป็นการสอนซ่อมเสริม โดยการเปิดดูซ้ำหรือส่งวีดิทัศน์ไปให้ผู้เรียนไปศึกษาต่อที่บ้าน

สรุปได้ว่า สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้กับบุคคลได้ทุกเพศ ทุกวัย สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ใช้เป็นการสอนซ่อมเสริม โดยการนำไปเปิดดูซ้ำ หรือส่งวีดิทัศน์ไปให้ผู้เรียนไปศึกษาต่อที่บ้าน

### 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

วารินทร์ รัตมีพรหม (2531, น. 14-21) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า สื่อในการจัดการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจมากขึ้น ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากวัตถุที่เป็นรูปธรรม ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและสามารถจดจำได้นาน ช่วยส่งเสริมประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนได้มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น ทั้งนี้เพราะผู้สอนจะทำหน้าที่เหมือนผู้จัดการการสอนมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกความรู้ และสื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอนมีเวลามากขึ้นในการที่จะช่วยแก้ปัญหาให้แก่ผู้เรียน และให้คำแนะนำต่างๆ แก่ผู้เรียน โดยไม่ใช้สื่อการสอนแทนที่ผู้สอนทั้งหมด

สอดคล้องกับ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, น. 25) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า สื่อการสอนเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดความสนใจก็จะเกิดความพยายามเรียนรู้เรื่องนั้นขึ้นมาเอง โดยผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาบรรยายอธิบายมากนัก สื่อการสอนเป็นเครื่องมือที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดด้วยการลงมือทำ หากไม่มีสื่อการสอนเป็นเครื่องมือผู้เรียนก็ไม่ทราบว่าจะทำอะไร เพราะสื่อการสอนขยายแนวคิดในเรื่องที่เรียนด้วยการให้ผู้เรียนได้เห็นภาพ ได้ยินเสียง หรือทั้งสองอย่าง เห็นการเคลื่อนไหว มีโอกาสเห็นของจริง หรือของจำลอง และบางครั้งก็ได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ในการเรียนบางอย่าง ผู้เรียนจะเรียนได้ดีจากการเห็นตัวอย่างหรือตัวแบบ สื่อการสอนจึงมีบทบาทเป็นตัวแบบที่ดีสำหรับการเรียนของผู้เรียนและสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้เร็วขึ้น หากไม่มีสื่อการสอนเป็นตัวแบบผู้สอนต้องใช้เวลามากในการสอนและผู้เรียนก็ไม่สามารถมองเห็นภาพหรือปฏิบัติตามไม่ได้ เช่น ในการเรียนตามกระบวนการตามขั้นตอนต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้สื่อการสอนในรูปของกิจกรรมหรือวิธีการต่างๆ จะทำให้เกิดบรรยากาศของความเป็นกันเอง โดยผู้สอนมีเวลาสังเกตและใกล้ชิดกับผู้เรียนที่ต้องการผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้สอนไม่จำเป็นต้องสอนด้วยการพูดตลอดเวลา ผู้สอนจึงไม่เหน็ดเหนื่อยและรู้สึกสนุกสนานไปกับการจัดการเรียนรู้และสามารถสร้างบรรยากาศของความอบอุ่นใจมากยิ่งขึ้น อีกทั้งสื่อการสอนจะช่วยสร้างสถานการณ์ที่เปิดกว้างต่อการเรียนของผู้เรียน จากการจัดสื่อในรูปของชุดการสอนที่มีการเตรียมการไว้ล่วงหน้า ผู้สอนจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ ได้ซักถาม คิดค้นสิ่งใหม่ได้เต็มที่ โดยที่ผู้สอนไม่ต้องเกรงว่าจะสอนผู้เรียนหรือตอบคำถามไม่ได้เพราะสื่อการสอนบรรจุเนื้อหาหรือคำตอบปัญหาต่างๆ ไว้แล้ว ดังนั้น การเรียนจึงมีบรรยากาศของความเปิดใจมากขึ้น

เช่นเดียวกับกิดานันท์ มลิทอง (2548, น. 108-108) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า สื่อในการจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายการเรียน นอกจากนี้ การใช้สื่อจะให้ผู้เรียนเข้าใจตรงกันหากเรื่องของนามธรรมและยากต่อความเข้าใจ และช่วยให้เกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน อีกทั้งสื่อช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจการจัดการเรียนรู้มากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีในระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและกับผู้สอนด้วยช่วยเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อเหล่านั้น และช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยการจัดให้มีการใช้สื่อการศึกษารายบุคคล

จากการกล่าวถึงความสำคัญของการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ของหลายๆ ท่านสามารถสรุปได้ว่า สื่อการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านการกระตุ้นความสนใจต่อสิ่งที่เรียน การเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม การให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์รูปธรรมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้น ช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจ ความสามารถ และประสบการณ์ของตนเอง การสร้างบรรยากาศความเป็นกันเองในรูปของกิจกรรมต่างๆ และการสร้างสถานการณ์ที่เปิดกว้างต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อเหล่านั้น และช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยการจัดให้มีการใช้สื่อการศึกษารายบุคคล

#### 2.4 การสร้างสื่อภาพเคลื่อนไหว

ประทีน คล้ายนาค (2541, น.79 - 83) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างสื่อภาพเคลื่อนไหว 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน (Planing) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนหาแนวคิดว่าเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับอะไร เนื้อหานี้ให้ประโยชน์อะไรกับผู้เรียน ลักษณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไรใช้เวลาสร้างนานเท่าไร ใช้เวลาสอนกี่ชั่วโมง หรือแยกเป็นรายละเอียดย่อยๆ ได้ดังนี้

- 1.1 วิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน เป็นกระบวนการหาข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการสอน ซึ่งข้อมูลนั้นอาจเป็นงานวิจัยหรือรายงานของหน่วยงาน เอกสารตำรา ประกอบกับการไปดูจากสถานที่จริงเพื่อนำมาเชื่อถือ

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน อายุเท่าไร ระดับสติปัญญาเป็นอย่างไร เพื่อให้ได้สื่อการสอนที่ใช้สอนแล้วบรรลุตามวัตถุประสงค์

1.3 กำหนดจุดประสงค์ เป็นการคาดหมายว่าเมื่อผู้เรียนได้เรียนแล้ว จะได้รับความรู้อะไร สามารถทำอะไรได้บ้าง

2. ขึ้นเตรียมการ เมื่อวางแผนเรียบร้อยแล้วก่อนลงมือจริง ต้องจัดเตรียมสิ่งของต่างๆ เพื่อให้เกิดความพร้อม ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งข้อมูลที่จะใช้ในการสร้างสื่อ เป็นต้น

3. ขั้นตอนการสร้างสื่อการสอนเคลื่อนไหว เป็นขั้นตอนลงมือสร้างและปรับปรุงสื่อการสอนให้เนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์ครบถ้วน

4. เพิ่มการใช้ Effect ที่เหมาะสม ตกแต่งให้เกิดความสวยงามน่าสนใจ

5. การประเมินผลการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว การประเมินผลการใช้สื่อการสอน จะทำหลังจากที่นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แล้ว โดยประเมินจากผู้เรียน เช่น กระเมื่น ความพึงพอใจ การดูความสนใจในการมีส่วนร่วมของผู้เรียน หรือใช้วิธีการวิจัยด้วยการสุ่มตัวอย่าง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น

สรุปได้ว่า การสร้างสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวนั้น ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะสอนเป็นอย่างดี เข้าใจขั้นตอนการสร้างสื่อ เริ่มตั้งแต่การวางแผน ควรคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายหรือผู้เรียน มีจุดเน้นที่ชัดเจน เนื้อเรื่องมีความน่าสนใจเพื่อให้ไม่ให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย การเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ ข้อมูลที่เหมาะสม การลงมือสร้างและแก้ไขปรับปรุงให้สวยงาม น่าสนใจและเหมาะสม เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และการประเมินผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบว่าคุณภาพสื่อที่เราสร้างขึ้นนั้นประสบความสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ และมีข้อมูลในส่วนตัวที่ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

## 2.5 ประเภทของสื่อภาพเคลื่อนไหว

ได้มีผู้กล่าวถึงการจำแนกประเภทของสื่อภาพเคลื่อนไหวไว้ดังนี้

สมหมาย ตามประวัตติ (2555) กล่าวว่า เป็นภาพเคลื่อนไหวที่สร้างขึ้นโดยการนำภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพมาฉายต่อเนื่องกันด้วยความเร็วสูง ทำให้เกิดภาพลวงตาของการเคลื่อนไหว โดยปกติความเร็วของภาพเคลื่อนไหวจะฉายด้วยความเร็วที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของการแสดงผล (output)

นิภาชล เพ็ญแสง (2557) กล่าวว่า ภาพที่หลายคนคงมองเห็นเป็นตัวการ์ตูนที่โลดแล่นอยู่บนหน้าจอทีวี ภาพยนตร์ หรือตามเว็บไซต์ทั่วไป ที่ออกมาในลักษณะของการเคลื่อนไหว ในลักษณะต่างๆกันซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจได้ดีเป็นอย่างยิ่ง และได้นำเสนอการจำแนก

## ประเภทของสื่อภาพเคลื่อนไหวไว้

1. 2D Animation คือ ภาพเคลื่อนไหวแบบ 2 มิติ มองเห็นได้ทั้งความสูงและความกว้าง ซึ่งจะมีความเหมือนจริงพอสมควรและการสร้างจะไม่สลับซับซ้อนมากนัก เช่น ภาพเคลื่อนไหวที่ปรากฏตามเว็บต่างๆ รวมทั้ง Gif Animation

2. 3D Animation คือ ภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ มองเห็นได้ทั้งความสูง ความกว้าง และความลึก ภาพที่เห็นจะมีความสมจริงมากถึงมากที่สุด เช่น ภาพยนตร์การ์ตูนเรื่อง NEMO เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่า เป็นภาพกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการนำภาพนิ่งหลายภาพที่มีความต่อเนื่องกัน มาฉายด้วยความเร็วที่เหมาะสม เช่น การเคลื่อนที่ของอะตอมในโมเลกุล เพื่อสร้างจินตนาการให้เกิดแรงจูงใจจากผู้ที่ค้นคว้า

### 2.6 การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวในการสอนเนื้อหาเคมี

วิชาเคมี เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ยากเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับอนุภาคขนาดเล็ก ซึ่งไม่สามารถใช้การสังเกตด้วยสายตาให้เห็นการเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาคได้ ส่งผลให้ผู้เรียนวิชาเคมีไม่เข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างแท้จริง ที่สอดคล้องกับเนื้อหา ดังที่ สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) กล่าวว่า การศึกษาวิชาเคมีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบ โครงสร้าง สมบัติและการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยภาพรวมนักเรียนควรได้เรียนรู้แนวความคิดเกี่ยวกับการวัดและการคำนวณทางเคมี ธาตุและตารางธาตุ โมล ปริมาณสัมพันธ์เคมี อะตอมและโครงสร้างอะตอม พันธะเคมี ทฤษฎีจลน์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส สารละลาย ปฏิกิริยา และอัตราของปฏิกิริยา สมดุลเคมี กรด-เบส เพราะฉะนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจแนวความคิดหลักพื้นฐานวิชาเคมี จำเป็นที่จะต้องนำกิจกรรม สื่อต่างๆ มาประกอบการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่เข้าใจยากและเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม อาทิเช่น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน นักเรียนไม่อาจสังเกตเห็นอิเล็กตรอนได้ ดังนั้นอาจทำให้นักเรียนไม่ได้รับความรู้ในสิ่งที่เรียน ครูจึงต้องเลือกวิธีการสอน สื่อการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนปัจจุบันค่อนข้างต่ำ ส่วนหนึ่งอาจเนื่องมาจากครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนไม่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติไม่ดีต่อวิชาเคมี อีกทั้งการสอนของครูยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และวิธีสอนที่ครูเลือกมานั้นต้องสอดคล้องกับเนื้อหาในวิชาเคมีที่มีความแตกต่างกันอย่างเหมาะสม แนวทางหนึ่งของการแก้ไขคือจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถและความต้องการเป็นรายบุคคล

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญสำหรับการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ดังนั้นการสอนเนื้อหาในรายวิชาเคมีต้องมีการผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว ซึ่งช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากในหน่วยการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบ จะประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ โครงสร้างอะตอม การจัดเรียงอิเล็กตรอน ตารางธาตุ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ และพันธะโลหะ โดยที่เนื้อหาทั้งหมดนี้ยากที่จะทำให้นักเรียนเข้าใจ มองเห็นเป็นรูปทรง มองเห็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคได้ ดังนั้นจึงสามารถจัดการเรียนการสอนรายวิชาเคมีในเรื่องดังกล่าวโดยผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวในเรื่องที่เกี่ยวกับการสอนเพื่อให้นักเรียนเห็น โครงสร้างอะตอมในแบบ 3 มิติ เห็นการเคลื่อนที่ของรังสีแคโทดที่เกิดจากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ เห็นการเคลื่อนที่ของอนุภาคมูลฐานของอิเล็กตรอน เห็นเกี่ยวกับการเกิดพันธะเคมีแบบต่างๆ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นเรื่องที่นักเรียนไม่สามารถนั่งจินตนาการได้ การใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวจึงมีประโยชน์อย่างยิ่ง

## 2.7 การผนวกสื่อภาพเคลื่อนไหวในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นทักษะที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในเรื่องราวต่าง ๆ ที่สนใจ รู้จักวิธีคิดอย่าง ต่อเนื่องและรอบคอบ ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ การคิดวิจารณ์ และการคิดสร้างสรรค์ หน้าที่ของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ผู้สอนจะต้องยึดหลัก Constructivism หรือเชื่อในแนวคิดที่ว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ด้วยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สิ่งสำคัญคือ ในแต่ละขั้นได้เน้นและมีกิจกรรมที่สะท้อนลักษณะสำคัญของ Scientific Inquiry 5 ประการ อันได้แก่ (1) ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะสืบเสาะหาความรู้จากคำถามทางวิทยาศาสตร์ (2) ผู้เรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่นำไปสู่การสร้างและตรวจสอบคำอธิบาย (3) ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือข้อมูลเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (4) ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนเชื่อมโยงกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (5) ผู้เรียนสื่อสารคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และสามารถให้เหตุผลคำอธิบายเหล่านั้นได้ (NRC, 2000)

สื่อภาพเคลื่อนไหวหรือแอนิเมชันคือ การสร้างสรรค์ลายเส้นรูปทรงต่างๆให้เกิดการเคลื่อนไหวตามความคิดหรือจินตนาการ โดยการฉายภาพนิ่งหลายๆ ภาพต่อเนื่องกันด้วยความเร็วสูง เราจะเห็นเหมือนว่าภาพดังกล่าวเคลื่อนไหวได้ต่อเนื่องกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเห็นภาพติดตาผ่านทางคอมพิวเตอร์

นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องใช้สื่อช่วยส่งเสริมความรู้ต่างๆ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540, นิคม ทาแดง, 2527) กล่าวว่า สื่อคือตัวแทนของแนวคิด ทักษะ หรือประสบการณ์ โดยผู้สอนต้องเข้าใจธรรมชาติของเนื้อหาและกระบวนการหาความรู้แล้วจึงเลือกสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสม

Johnstone (1993, น.118) กล่าวว่า การเรียนวิชาเคมีจำเป็นต้องให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ทั้ง 3 ระดับนี้ คือ การนำเสนอแนวคิดในระดับมหภาค การนำเสนอแนวคิดในระดับอนุภาค และ การนำเสนอแนวคิดในที่เป็นภาษาสัญลักษณ์

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2560, น.3) กล่าวว่า เคมีเป็นการศึกษาและอธิบายลักษณะของสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารในเชิงคุณภาพ เคมีมีความเฉพาะเจาะจงในเนื้อหาที่เน้นศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารจะอธิบายปรากฏการณ์ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์

สรุปจากการศึกษาธรรมชาติของเคมีทำให้ทราบว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่มีคำอธิบายไม่ได้อยู่ในระดับที่ผู้เรียนจะสังเกตเห็นได้ เช่น ระดับอะตอม หรือโมเลกุล แต่ผู้เรียนจะต้องอธิบายลักษณะภายในของสารนั้น ซึ่งผู้เรียนไม่เคยเห็นอะตอม แต่ถ้าจะตอบคำถามนี้ต้องมีการทดสอบสมบัติบางประการเพื่อระบุความแตกต่าง จะเห็นได้ว่า ความเป็นนามธรรมของวิชาเคมีเป็นอุปสรรคในการเรียน ดังนั้นผู้สอนก็ต้องเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะเรียน เช่น สื่อภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นสื่อที่นำมาใช้ผนวกกับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ในรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

### 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

#### 3.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

##### 3.1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

วิชาเคมีเป็นส่วนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสืบค้นความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาสรุปเป็นความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยได้ศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แล้วสรุปเป็นประเด็นสำคัญๆ ได้ ดังนี้

กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล (2550, น.286) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรแต่ละระดับได้กำหนดหลักการไว้ต่างกัน แต่หลักการสำคัญที่มุ่งเน้นคือเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้

ความสามารถและนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะฉะนั้นในการที่จะพิจารณาว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรหรือไม่ก็ต้องใช้เครื่องมือวัด

อุษาวดี จันทรสนธิ (2555, น.22) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาสาระตามหลักสูตร ปัจจุบันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานได้รวมกระบวนการคิดขั้นสูง (higher-cognitive process) เข้าไปด้วย เนื่องจากหลักสูตรในปัจจุบันเป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเน้นตัวชี้วัดที่เป็นทักษะการคิดขั้นสูง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา

กูด (Good, 1973, p. 6-7) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การเข้าถึงความรู้วิทยาศาสตร์หรือการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ ปกติพิจารณาจากคะแนนที่กำหนด หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ผู้สอนมอบหมายหรือทั้งสองอย่าง

จากข้อมูลข้างต้นพอสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีได้ว่า คือ ความรู้ความสามารถวิชาเคมีตามหลักสูตรของบุคคลที่ได้รับหลังจากการจัดการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมองหรือความรู้วิชาเคมีหรือกระบวนการแสวงหาความรู้ สามารถนำความรู้ความสามารถไปใช้ประโยชน์ได้ การพิจารณาว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีตามหลักสูตรหรือไม่ต้องใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเป็นเครื่องมือวัด

### 3.1.2 ขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีมีขอบเขตเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้ให้ขอบเขตไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 231) กำหนดขอบเขตของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า จะต้องวัดทั้งความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความสะดวกในการประเมิน จึงได้จำแนกพฤติกรรมเป็น 4 พฤติกรรม ในการวัดผลว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใด ได้แก่ 1) ความรู้/ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การนำความรู้ไปใช้ และ 4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ครอเฟเฟอร์ (Klopper, 1971) กล่าวถึงขอบเขตของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ 4 พฤติกรรม ได้แก่ 1) ความรู้/ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 4) การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

บลูม (Bloom, 1965, p. 201) (อ้างถึงใน กัญญา ดินทรตันศิริกุล, 2550, น. 2-4) ได้ให้ขอบเขตของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความสามารถของ



ผู้เรียนจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระต่างๆ ตามที่หลักสูตรกำหนด โดยแบ่งประเภทตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ไว้ 6 ชั้น ดังนี้

1. ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้เป็นการระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่างๆ จนไปถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป
3. ประยุกต์ใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชา ลงเป็นองค์ประกอบย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่างๆ รวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อยๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่างๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าไปนำเอาไปใช้และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน
5. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินดังกล่าว จะต้องวางแผนที่วางอยู่บนเกณฑ์ที่นานอน หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้
6. คิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างสิ่งใหม่จากสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือพบเห็นในบริบทต่างๆ

จากข้อความข้างต้นพอสรุปขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีได้ว่าเป็นการวัดความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถด้านเนื้อหาวิชาเคมีที่ผู้เรียนผ่านการบวนการจัดการเรียนรู้แล้ว ซึ่งแสดงได้ด้วยคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีตามแนวคิดของบลูม มี 6 ระดับ คือ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์

### 3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

#### 3.2.1 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือที่จะทำให้ผู้สอนได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสนาห์ วงศ์เชิดธรรม (2545, น. 223-227) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

### 1. การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ เป็นขั้นที่ต้องทำการค้นคว้าว่าวิธีสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแบบใดบ้าง และแบบวัดแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อจำกัดอย่างไร

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายการใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนจะเริ่มเขียนข้อคำถาม ผู้สร้างข้อคำถามต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจน เพื่อให้เขียนข้อสอบได้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

1.3 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้สร้างแบบทดสอบต้องกำหนดขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ พฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และคิดสร้างสรรค์

1.4 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบและส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นปรนัยหรืออัตนัย หรือเป็นทั้งปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ อาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้กำหนดลักษณะข้อสอบ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของการวัด 2) ระดับพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่จะวัด 3) ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ 4) จำนวนผู้เข้าสอบ 5) ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ ดำเนินการสอบ และตรวจข้อสอบ 6) ความเป็นอิสระในการตอบ

### 2. การลงมือสร้างข้อสอบ

2.1 สร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบหรือพิมพ์เขียวแบบทดสอบ (Test Blueprint) กำเนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน

2.2 ตรวจสอบความถูกต้องของข้อสอบ แล้วจัดพิมพ์ฉบับทดลองเพื่อนำไปใช้ต่อไป

กัญญา ลินทรต้นศิริกุล (2550, น. 8-14) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ การกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบเป็นขั้นตอนแรกของการวางแผนการสร้างเครื่องมือวัด ให้พิจารณาจากคำถามต่อไปนี้ คือ 1) ผลการวัดจะนำไปใช้ในการระบุผลการเรียนรู้ที่จำเป็นของผู้เรียน หรือใช้ในการให้ระดับคะแนนหรือ

นำไปใช้ในการเลื่อนชั้น 2) ผลการวัดจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนทั้งชั้น หรือเฉพาะผู้เรียนบางคน 3) จะมีการวัดมากน้อยเพียงใด 4) จะมีการทดสอบก่อนเริ่มเปิดภาคเรียน หรือทดสอบก่อนในเนื้อหาแต่ละบท 5) จะมีการวัดรายสัปดาห์หรือรายเดือน 6) ผลการวัดจะเป็นส่วนหนึ่งนำไปใช้ในการให้ระดับคะแนนหรือไม่

2. การพัฒนาผังข้อสอบหรือพิมพ์เขียวแบบทดสอบ (Test Blueprint) การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่สามารถวัดเนื้อหาสาระได้ทั้งหมด เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการสอบ จึงจำเป็นต้องพัฒนาผัง เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกเนื้อหาและข้อคำถาม ผังนี้มีลักษณะเป็นตารางสองทาง ทางหนึ่งอยู่แนวตั้งประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่ใช้ในการทดสอบ อีกทางหนึ่งอยู่ในแนวนอน ประกอบด้วยระดับผลการเรียนรู้ตามแนวคิดของบลูม

### 3. การเลือกประเภทของข้อคำถาม

การเลือกประเภทข้อคำถามขึ้นอยู่กับผลการเรียนที่ต้องการวัดมากที่สุด กล่าวคือ ถ้าผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัดคือ ให้ผู้สอบเขียนหรือพูด ประเภทคำถามที่ต้องนำมาใช้คือ ข้อคำถามประเภทเขียนตอบ แต่ถ้าผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัดคือ ให้ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากคำตอบที่กำหนดให้ ประเภทคำถามที่ต้องนำมาใช้คือ ข้อคำถามประเภทกำหนดคำตอบให้

4. การเขียนข้อคำถาม การเขียนข้อคำถามในแบบทดสอบจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับผลการเรียนรู้ที่มุ่งวัด ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางเฉพาะหรือแผนผังในการสร้างแบบทดสอบ

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสามารถโดย กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด เลือกประเภทของข้อคำถามว่าเป็นแบบเขียนตอบหรือแบบเลือกตอบ จากนั้นเขียนข้อคำถามในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับผลการเรียนรู้ที่มุ่งวัด ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แล้วสร้างแบบทดสอบตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่จะต้องคำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน เมื่อสร้างแบบทดสอบเรียบร้อยแล้วควรตรวจทานความถูกต้องของข้อสอบ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือ และนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มที่คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาคุณภาพและพัฒนาแบบทดสอบต่อไป

### 3.2.2 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และ นวลเสนีย์ วงศ์เชิดธรรม (2545, น. 228-234)  
เสนอไว้ ดังนี้

1. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3-5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (content validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหา ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้ (+1) หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น, (0) หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อนั้น และ (-1) หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ข้อ นั้นจากนั้นนำข้อสอบที่ได้หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

2. ทดลองสอบ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบ (Try Out) กับผู้เรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน หรือผู้เรียนที่เพิ่งเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป

3. วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นให้นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดสอบกับผู้เรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือผู้เรียนที่เพิ่งเรียนในเรื่องนั้นๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป เพื่อหาความเชื่อมั่น

4. จัดพิมพ์ข้อสอบเป็นฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป  
สอดคล้องกับกัญญา ลินทร์ตนศิริกุล (2555, น. 52-81) ได้กล่าวถึงการหาคุณภาพแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ตรวจสอบความตรง (Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการ หรือความแม่นยำของแบบทดสอบในการวัดความสามารถทางด้านความรู้ ความคิด การตรวจสอบความตรงสามารถตรวจสอบได้ 3 วิธี ดังนี้

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการพิจารณาข้อคำถามในเครื่องมือวัดเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3-5 คน เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (IOC : Index of Item Objective Congruence) เพื่อให้แบบทดสอบสามารถวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด โดยมีเกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็น 3 ระดับ คือ (+1) แปลว่า สอดคล้องหรือแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้, (0) แปลว่าไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้, (-1) แปลว่า ไม่สอดคล้องหรือแน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ผลประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่สามารถนำไปใช้ได้ คือ 0.5-1.0

1.2 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยา คำว่า “โครงสร้าง” เป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่อธิบายอาการสังเกตที่เกิดขึ้น ตัวอย่างของโครงสร้างเช่น ความเป็นผู้นำ เชาวน์ปัญญา ความวิตกกังวล เป็นต้น

1.3 ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Relate Validity) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้กับเกณฑ์ ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งเป็นความตรงตามสภาพและความตรงเชิงพยากรณ์ ความแตกต่างของความตรงทั้ง 2 ประเภท อยู่ที่เวลา คือ ถ้าคะแนนเกณฑ์และคะแนนที่ได้จากการสอบ หรือจากการวัด ได้มาในเวลาเดียวกันก็เป็นความตรงเชิงสภาพ แต่ถ้าคะแนนเกณฑ์และคะแนนที่ได้จากการสอบ หรือจากการวัด ได้มาคนละเวลากันก็เป็นความตรงเชิงพยากรณ์

## 2. ตรวจสอบความยาก (Difficulty)

การตรวจสอบความยากเป็นการตรวจสอบว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีผู้ตอบได้ถูกมากน้อยเพียงใด ข้อสอบใดที่ไม่มีผู้ตอบได้ถูกเลยหรือถูกน้อยมากแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยาก ข้อใดที่มีผู้ตอบถูกปานกลางแสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง ข้อสอบใดมีผู้ตอบถูกมากแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดี

## 3. ตรวจสอบอำนาจจำแนก (Discrimination)

อำนาจจำแนก คือ ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้สอบที่ได้คะแนนสูงออกจากผู้ที่ได้คะแนนต่ำ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00-1.00 การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนกสามารถแปลความได้ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก	การแปลความหมาย
0.40 และสูงกว่า	เป็นข้อสอบที่ดีมาก
0.30-0.39	เป็นข้อสอบที่ดี
0.20-0.29	เป็นข้อสอบที่อยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 0.19	เป็นข้อสอบที่ไม่สมควรแก้ไขใหม่

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ 0.20-1.00 ถือว่าเป็นแบบทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ดี

## 4. ตรวจสอบความเที่ยง (Reliability)

ความเที่ยงเป็นลักษณะของเครื่องมือวิจัยที่แสดงว่าให้ผลการวัดที่คงเส้นคงวาหรือคงที่ ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตามในต่างเวลากันแต่เงื่อนไขเดิม ยังคงได้ผลเหมือนเดิม ตรวจสอบความเที่ยงสามารถตรวจสอบได้หลายวิธี ดังนี้

4.1 การสอบซ้ำ เป็นการตรวจสอบความเที่ยง โดยนำเอาแบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง โดยเว้นระยะเวลาห่างกัน 7-10 วัน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

4.2 วิธีใช้ฟอร์มเทียบเท่าหรือฟอร์มคู่ขนาน เป็นการตรวจสอบความเที่ยง โดยนำแบบทดสอบ 2 ฉบับ ที่มีลักษณะเหมือนกันไปสอบผู้สอบกลุ่มเดียวกันในเวลาเดียวกันแล้วนำคะแนนที่ได้จากการสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

4.3 วิธีหาความสอดคล้องภายใน เป็นวิธีการหาค่าความเที่ยงจากการใช้แบบทดสอบเพียงฉบับเดียว ดำเนินการสอบเพียงครั้งเดียวและนำมาหาค่าความเที่ยงโดยวิธีหาความสอดคล้องภายใน ซึ่งสามารถทำได้ 4 วิธี ได้แก่วิธีแบ่งครึ่ง วิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสันที่ 20 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของซอยท์ ค่าความเที่ยงที่ใช้ได้ คือ 0.75-1.00

สุทธิวรรณ พิรศักดิ์ โสภณ (2557, น.264-277) ได้กล่าวถึงการหาคุณภาพแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1. ตรวจสอบความตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง
2. ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความชัดเจนของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจ ความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ
  - 3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร
  - 3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม
  - 3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน
4. อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มี คุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้
5. ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าการหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจะต้องตรวจสอบความตรงที่อยู่ในช่วง 0.5-1.0 ตรวจสอบความยากที่อยู่ในช่วง 0.20-0.80 ตรวจสอบอำนาจจำแนกที่อยู่ในช่วง 0.20-1.00 และตรวจสอบความเที่ยงที่อยู่ในช่วง

ในช่วง 0.75-1.00 ซึ่งแต่ละวิธีมีวิธีการตรวจสอบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา

#### 4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

##### 4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

พิลท์และซันด์ (Piltz & Sund, 1974, p.4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เน้นถึงความริเริ่มโดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาความคิดเพื่อให้ได้ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ นอกจากนี้บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรจะสามารถในการจดจำปัญหา การผลิตความคิดใหม่ การจัดระเบียบความคิด และการประเมินผล

ทัศนีย์ พุกฤษ์ชลธาร (2517, น. 59) และนฤมล ยุตาคม (2522, น.24) ได้ให้ความเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการแสดงความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น ความคิดคล่อง แก้ปัญหาต่างๆ

นวลจิตต์ ชาวศิริพิงส์ (2555, น.1) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง แนวทางการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องเป็นสิ่งที่แสดงออกถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนาความมีประโยชน์มีคุณค่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นความสามารถที่เป็นอิสระไม่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ด้วยวิธีการที่หลากหลายที่สอดคล้องกับการพัฒนาองค์ประกอบย่อยๆ ของความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ดังนั้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดอันได้แก่ การคิดริเริ่ม คิดยืดหยุ่น คิดคล่อง คิดละเอียดลออ และการกระทำของบุคคล โดยใช้หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา สร้างสิ่งใหม่ๆ ที่มีประโยชน์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นอิสระไม่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้โดยการพัฒนาความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

## 4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เดย์วิส (Davis,1973) ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น ฟรอยด์ และคริส ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศกับความรู้สึกที่รับผิดชอบทางสังคมส่วน กูโบ และรัค ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาแนวใหม่ กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรู้สึกกับจิตใต้สำนึก ซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังเน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งเร้าต่างๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมานุษยนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือรู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วยความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎีอูต้า (AUTA) ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบอูต้าประกอบด้วย

4.1 การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน



4.4 การตระหนักในความจริงของสิ่งต่างๆ (Actualization) คือ การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่างๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้ จะผลักดันให้บุคคลสามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีในตัวบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

นอกจากนี้ประสาท อิศรปริดา (2538, น.116-119) ยังได้กล่าวถึงทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของ กิลฟอร์ด(Guilford) ได้แบ่งสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 3 มิติ คือ

1. เนื้อหาที่คิด (Content) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลต่างๆ ที่สมองรับเข้าไปคิดมี 4 ประเภทได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

2. วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ลักษณะกระบวนการทำงานของสมองแบบต่างๆ มี 5 แบบ ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ ความจำ การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) การคิดแบบอนนัย และการประเมินผล

3. ผลของการคิด (Product) เป็นผลของกระบวนการจัดกระทำของความคิดกับข้อมูลเนื้อหา ผลผลิตของความคิดออกมาเป็นรูปแบบต่างๆ การแปลงรูป และการประยุกต์จากแบบทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดนี้

จะเห็นว่าองค์ประกอบส่วนหนึ่งในมิติที่ว่าด้วยการคิดแบบอนนัยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ และองค์ประกอบส่วนหนึ่งในมิติที่ว่าด้วยผลของคิดที่เรียกว่า การแปลงรูปเป็นส่วนที่แสดงถึงความคิด

#### 4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

กิลฟอร์ด (Guilford 1967, p.145-151) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็น หรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่มอาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่

2. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิดแบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ ตัวอย่างของคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดได้ว่าประโยชน์ของหนังสือพิมพ์มีอะไรบ้าง ความคิดของผู้ที่ยืดหยุ่นสามารถจัดกลุ่มได้หลายทิศทางหรือหลายด้าน เช่น เพื่อรู้ข่าวสาร เพื่อโฆษณาสินค้า เพื่อธุรกิจ ฯลฯ ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงทิศทางเดียว คือ เพื่อรู้ข่าวสาร เท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความยืดหยุ่นจะคิดดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

สอดคล้องกับ อารี รังสินันท์ (2527, น. 24-34) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างความคิดธรรมดาหรือความคิดง่ายๆ ความคิดริเริ่ม เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม มีลักษณะ

ความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งทดลอง ทดสอบ ความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่น ที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลงของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิด และประสานความคิดต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

แต่บรรพต พรประเสริฐ (2538, น.86) นั้น ได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ว่ามีองค์ประกอบ 3 ด้านคือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นกระบวนการคิดสามารถแตกความคิดเดิมไปสู่ความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับใคร

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นลักษณะของบุคคลที่มีเอกลักษณ์เป็นของตนเองเกิดความรู้สึกพอใจและเชื่อมั่นในตนเอง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นผลงานที่เกิดจากความคิดแปลกใหม่ที่มีประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น โดยที่ทุกคนสามารถสร้างสรรค์ได้ กับให้ผู้อื่นยอมรับว่ามีประโยชน์เป็นของแปลกใหม่ ตลอดจนสามารถวัดและประเมินผลของคุณค่าผลผลิตได้

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 4 อย่าง ได้แก่

1. ความคิดคล่อง คือ การความคล่องในการคิดตอบสนองสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็วหาคำตอบได้มากที่สุด

2. ความคิดยืดหยุ่น คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายกลุ่ม

3. ความคิดริเริ่ม คือ การความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น และแตกต่างจากธรรมดา

4. ความคิดละเอียดลออ คือ การคิดในรายละเอียดที่ทำให้คำตอบสมบูรณ์ เห็นภาพชัดเจนขึ้น

#### 4.4 การวัดและหาคุณภาพแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

##### 4.4.1 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

อารี พันธุ์ณี (2537, น.187-185) กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เพียงแต่ทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงยิ่งขึ้นเท่านั้น แต่ยังสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย นับว่าผลของการวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้สมบูรณ์ขึ้น สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้นอารี พันธุ์ณี ได้สรุปไว้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ศึกษาจากแบบต่างๆ ของความคิดจินตนาการ และได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดวิธีหนึ่งในหลายๆ วิธี เช่น การวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่น และการทำงานกิจกรรม โดยสังเกตพฤติกรรมการเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่างๆ การแสดงละคร การใช้คำอธิบาย และบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน ตลอดจนการเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและคิดเกมใหม่ๆ ตลอดจนพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกลึกซึ้งซึ่งต่อความสวยงาม เป็นต้น หรือใช้การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบ้าน การตั้งชื่อแปลกๆ ลักษณะการเป็นผู้นำ การสร้างหรือต่อไม่บดบังของเด็ก เป็นต้น และกาทิยาร์และจาเรียล ( Katiyar & Jarial 1985) ยังสรุปข้อคิดไว้ว่า ไม่มีวิธีทดสอบวิธีใดวิธีเดียวที่จะวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ได้ครอบคลุมทุกด้าน และวิธีสอบหนึ่งๆ จะไม่สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กได้ทุกวัย และทุกระดับชั้น ทอเรนซ์ (Torrance, 1965) ได้ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของเด็กด้วยการระบุหัวข้อที่ใช้เป็นแนวทางในการสังเกตผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงได้ แม้จะไม่ตรงกับแบบทดสอบ เช่น การสังเกตความสามารถในการใช้เวลาให้เป็นประโยชน์โดยปราศจากสิ่งเร้า

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้เด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะผู้เรียน นักจิตวิทยาที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่า

เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญของนักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และปาสคาร์ล พบว่า บุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่อวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มาตรฐานซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถจัดโปรแกรมการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กให้สูงขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของกิลฟอร์ด จำนวน 4 ด้าน คือ ความริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

#### 4.4.2 การสร้างเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ (สุทธิดา วงสามิ่ง 2558, น.520-521)

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
3. กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
4. สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
5. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาคอบตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
6. นำแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องในเบื้องต้น และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ

ความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ คัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

7. นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้ (try-out) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาค่าความยาก และหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ คัดเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าความยาก 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อนำไปทดลองใช้ต่อไป

#### 4.4.2 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์

การหาคุณภาพเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์นั้น ใช้วิธีการหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัย และค่าความเที่ยง นิตยา ไพรสันต์ (2555, น.65-66)

1. ความยาก หมายถึง ค่าสถิติที่ได้จากการใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนผู้สอบตอบถูกและตอบผิดมีจำนวนเท่าๆ กัน
2. อำนาจจำแนก หมายถึง ความสามารถในการแบ่งแยกคนเก่งและคนอ่อนที่ได้จากการใช้เครื่องมือในการวิจัย
3. ความเที่ยง หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือฉบับนั้นเมื่อนำไปวัดหรือทดสอบสิ่งที่ทำการวิจัยก็ครั้งก็ตาม ก็ยังให้ผลลัพธ์หรือค่าคงที่เสมอ

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากเอกสารวิชาการต่างๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศมีดังนี้

### 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

วนิดา ชูแก้ว (2546) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่แทรกกิจกรรมพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 14 แผน และแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิติ ชิตตระการ (2552) ได้ศึกษาการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียประเภท ภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหวมาใช้สร้างสื่อการเรียนการสอนเชิงรุก โดยพัฒนาเป็น โครงการ ALIET (Active Learning Integrated Environment Technology) พบว่า สามารถการกระตุ้นความรู้สึกสนใจใน

เนื้อหาได้คะแนน 4.09 ซึ่งอยู่ในระดับดี สามารถทำให้เข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้นได้คะแนน 3.91 ซึ่งอยู่ในระดับดี และสามารถกระตุ้นความอยากเรียนได้คะแนน 3.64 ซึ่งอยู่ในระดับดี

วันดี สุขสุวรรณ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จงกล ขวัญกุล (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 85.33/83.81 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กนกรัตน์ วุฒิวิชากรณ์ (2554) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้และด้วยวิธีสอน แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับ วิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

ละมัย วงคำแก้ว (2554) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นุชนาถ สิงหา (2554) ได้ศึกษาผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองขลุงราษฎร์รังสรรค์

จังหวัดกำแพงเพชร ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิคการจัดผังมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิยะมาศ อাজার (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมจิต ผอมเซ่ง (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าวที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกสูงกว่าของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณรงค์ กราสันเทียะ (2556) ได้ศึกษา ผลการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมารีย์วิทยา จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน และ 3) ด้านความคิดเห็น นักเรียนเห็นว่ามีความเหมาะสมในระดับมากกับการเรียน โดยใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

บุญรัตน์ จันทร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ให้อยู่ในระดับดีและดีมากเพิ่มขึ้น



ศุคาทิพย์ ชีระพันธ์ (2558) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อการสอนการ์ตูนแอนิเมชัน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนวิทย์-คณิต ที่เรียนโดยใช้สื่อการสอนการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง พันธะเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

โอ บริน และซีเกอ (O Brien & Seager, 2000) ได้ศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ในหน่วยเรื่อง โลกกับดวงจันทร์ โดยเป็นการบูรณาการในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกรด 6-10 ที่มหาวิทยาลัยบิงแฮมตัน สรุปผลการศึกษาพบว่า หน่วยการเรียนรู้นี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์จากความคิดรวบยอดที่มีอยู่เดิมและการศึกษาค้นคว้าจากตำราในเรื่องเกี่ยวกับขนาดสิ่งที่มีความสัมพันธ์และความแตกต่างในระบบวงโคจรของดวงจันทร์กับโลก ผู้การค้นหาแหล่งที่น่าเชื่อถือของข้อมูลและสร้างแบบจำลองมาตราส่วนโดยใช้เทียบกับขนาดของลูกบอลที่ใช้ในกีฬานิตต่างๆในด้านทักษะเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และความคิดรวบยอดที่มีในหน่วยการเรียนรู้ครอบคลุมทั้งในเรื่องการคำนวณสร้างองค์ความรู้ การนำไปใช้และการอธิบายแบบจำลอง รวมทั้งการคิดวิเคราะห์ การประมาณกระบวนการบันทึกเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การวัด การทำนาย การได้สัดส่วนที่พอเหมาะ อัตราส่วนมาตราส่วน ใช้การคำนวณโดยเครื่องคิดเลขสืบค้นข้อมูล และหาขนาดมาตราส่วนของดวงดาวในระบบสุริยจักรวาล

วิลเดอ และชัทเทิลเวิร์ท (Wilder & Shuttlesworth, 2004, Abstract) ได้ศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) เพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่วอชิงตัน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) ทำให้ประสบความสำเร็จจากการดำเนินการที่ต่อเนื่องในการเรียนรู้ ขยายความรู้และได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ได้ข้อแนะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5E) สำหรับนักเรียนในระดับประถมและมัธยมศึกษา

ไวท์เตอร์ และชัทเทิลเวิร์ท (Wilder and Shuttlesworth, 2005) ได้ศึกษาการสร้างแรงจูงใจในการค้นคว้าทดลอง โดยการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) วิชาชีววิทยา เรื่อง เซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ที่วอชิงตัน โดยสร้างสื่อการเรียนรู้โครงสร้างเซลล์นำเข้าสู่บทเรียนและให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงนำไปสู่การอธิบายขยายความรู้ สรุปผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถสร้างแรงจูงใจในการค้นคว้าทดลอง กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะหลากหลายด้านในการค้นคว้าหาความรู้เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง

ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในการเก็บหรือวาดภาพที่ได้ค้นพบ สามารถความรู้ไปขยายความรู้และอธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้

การศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการสูงขึ้น



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดสุราษฎร์ธานี 19 โรงเรียน จำนวน 262 คน ในเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งมีโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน และจัดนักเรียนโดยความสามารถแบบเดียวกัน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คน ของโรงเรียนมัธยมวิภาวดี ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว ประกอบการบรรยาย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2.2 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

## 3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 20 ชั่วโมง มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และหลักสูตรของสถานศึกษา

3.1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ธาตุและสารประกอบ

3.1.3 ศึกษาขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5E) จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง สรุปกรอบการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E วิเคราะห์เนื้อหาวิชาเคมีและศึกษาแนวทางในการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวเพื่อนำมาผนวกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 กรอบแนวคิดแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5E)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทของครูผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ	1. จัดกิจกรรม/สร้างสถานการณ์ เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม -ลักษณะกิจกรรมที่ทำได้คือ การทดลอง/นำเสนอข้อมูลที่ น่าสนใจ/สาธิต/การนำเสนอข่าว/สถานการณ์/เหตุการณ์ที่ น่าสนใจ	1. ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. ขั้นการสำรวจและ ค้นหา	2. อำนวยความสะดวก/ให้คำแนะนำ /ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ ตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง/สืบค้น และรวบรวมข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้	2. สำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ตั้งสมมติฐาน ของคำตอบ ทดลอง สืบค้นข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ เพื่อ ตรวจสอบสมมติฐาน
3. ขั้นอธิบายและลง ข้อสรุป	3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แนะนำวิธีการจัด กระทำข้อมูลในรูปของตาราง กราฟ แผนภาพ ใช้คำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวโน้ม/ความสัมพันธ์ขงข้อมูล ตั้ง คำถามนำทางให้ผู้เรียนได้สรุปผล และอภิปรายผลการ ทดลองอย่างมีเหตุผล กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบความ สอดคล้องของผลการทดลองกับสมมติฐาน	3. สร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยการอธิบาย ความคิดของตนเอง พร้อมแสดงหลักฐานประกอบ คำอธิบาย แสดงผลการตรวจสอบผลการทดลองว่า สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทของครูผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
4. ขยายความรู้	<p>4. จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ โดย</p> <p>4.1 ตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนนำเสนอไว้</p> <p>4.2 ชักถามให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนหรือการจ้างในความรู้/ข้อค้นพบที่ผู้เรียนนำเสนอไว้</p> <p>4.3 ตั้งคำถาม/ประเด็น ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิม</p> <p>4.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ</p>	<p>4. แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ โดย</p> <p>4.1 อธิบาย/แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นำเสนอไว้</p> <p>4.2 ตอบคำถาม/ขยายความรู้/ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้</p> <p>4.3 แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น เสนอเป็น โมเดล หรือแผนผัง</p> <p>4.4 นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมตามประเด็นที่สนใจ</p>

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการเรียนการสอน	บทบาทของครูผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
5. ขั้นการประเมินผล	<p>5. จัดสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินจุดเด่น จุดด้อย ในกระบวนการแสวงหาความรู้ของตนเอง โดย</p> <p>5.1 ให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่น</p> <p>5.2 ให้ผู้เรียนพูดถึงวิธีการแสวงหาความรู้ของตนเอง</p> <p>5.3 ให้ผู้เรียนนำความรู้หรือแบบจำลองหรือแผนผังความรู้ ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ</p>	<p>5. แสดงการประเมิน ตรวจสอบ ประยุกต์ ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้น และเริ่มต้นความสนใจในการเสาะแสวงหาความรู้เรื่องใหม่</p> <p>5.1 ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว</p> <p>5.2 พูด อธิบายวิธีการแสวงหาความรู้ของตนเอง</p> <p>5.3 แสดงออกถึงความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้</p> <p>5.4 ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ของตนเอง</p> <p>5.5 ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป</p>

## 3.1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมและอนุภาคมูลฐานของอะตอม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สัญลักษณ์นิวเคลียร์ เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ตารางธาตุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ไอออนของธาตุ และสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 พันธะไอออนิก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 พันธะโคเวเลนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 พันธะโลหะ

## ตารางที่ 3.2 การผนวกการเสริมสื่อภาพเคลื่อนไหวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	
	ขั้นการสอน	ลักษณะ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมและอนุภาคมูลฐานของอะตอม	ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา	- กระตุ้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน โดยให้นักเรียนศึกษาเรื่อง โครงสร้างอะตอมจากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว และให้นักเรียนออกแบบผลงานในการนำเสนอ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัญลักษณ์นิวเคลียร์ เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา	- สร้างคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะอย่างมีทิศทางจากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตารางธาตุ	ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา	- ถามคำถามที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะจากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ตารางธาตุ



## ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	การผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	
	ชั้นการสอน	ลักษณะ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ	ชั้นที่ 4 ขยายความรู้	- ให้นักเรียนเติมเต็มเพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ หรือขยายกรอบความรู้ ความคิดให้กว้างขึ้น จากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ไอออนของธาตุ และสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุ	ชั้นที่ 2 สืบหาและค้นหา	- ให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้เพื่อตอบคำถามจากใบงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พันธะไอออนิก	ชั้นที่ 2 สืบหาและค้นหา	- สร้างคำถามเพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะอย่างมีขอบเขต โดยการศึกษาจากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง พันธะโควาเลนต์	ชั้นที่ 4 ขยายความรู้	- ให้ผู้เรียนเติมเต็มความรู้ หรือขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น ในเรื่องของพันธะโควาเลนต์ จากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง พันธะโลหะ	ชั้นที่ 4 ขยายความรู้	- ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมบัติของโลหะจากสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนความถูกต้องของภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความสอดคล้องของ

กิจกรรมแต่ละชั้น ความสอดคล้องของสื่อที่ใช้กับสาระสำคัญ และความสอดคล้องของคำสั่งและคำถามที่ใช้กับสาระสำคัญ ทั้งนี้ใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) นำมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมาย โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินและคะแนนนำจากการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสาร ได้แก่ หนังสือเรียนรายวิชาเคมี ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 เรียน ธาตุและสารประกอบ รวมถึงเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และครอบคลุมพฤติกรรมกรเรียนรู้ ดังนี้ความจำ ความเข้าใจ วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้

3.2.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

3.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ และจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบและครอบคลุมเนื้อหาสาระ จำนวน 50 ข้อ

3.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนการตรวจแบบทดสอบแบบปรนัย และอัตนัย เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.2.6 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความเหมาะสมของตัวเลือก โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการนำผลของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมารวมกันคำนวณหาความตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งคำนวณจากความสอดคล้อง

ระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับคำถามที่สร้างขึ้น ดัชนีที่ใช้แสดงค่าความสอดคล้อง เรียกว่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินด้วยคะแนน 3 ระดับ คือ

+1 = สอดคล้อง หรือแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 = ไม่แน่ใจ หรือข้อสอบข้อนั้นไม่แน่ใจว่าสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 = ไม่สอดคล้อง หรือข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.7 นำแบบทดสอบที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาใช้เป็นแบบทดสอบ

3.2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนในเรื่อง ธาตุและสารประกอบมาแล้ว เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

3.2.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อ เฉพาะข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ค่าความยากง่ายที่วิเคราะห์ได้ อยู่ระหว่าง 0.31-0.75 และค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.25-0.63 ได้แบบทดสอบจำนวน 50 ข้อ

3.2.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปหาค่าความเที่ยงโดยวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ใช้สูตร KR-20 แบบทดสอบมีค่าความเที่ยง 0.88

3.3 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง เป็นข้อสอบอัตนัยแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3.2 สร้างกรอบความคิดขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.3.3 กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบ และตัวบ่งชี้ ได้ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบ คิดกว้างไกล เพื่อให้ได้สิ่งที่แปลกใหม่ โดยอาศัยความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ ที่แปลกใหม่ ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และตัวบ่งชี้ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ลักษณะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และตัวบ่งชี้

ลักษณะความคิดสร้างสรรค์	ความหมาย	ตัวบ่งชี้
1. ความคิดคล่อง	-ความคล่องในการคิดตอบสนอง สิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็ว หากคำตอบ ได้มากที่สุด	-คิดหาคำตอบได้จำนวนมากใน เวลาที่จำกัด ถูกต้อง ครบถ้วน
2. ความคิดยืดหยุ่น	-ความสามารถในการคิดหา คำตอบได้หลายประเภท หลาย ทิศทาง หลายกลุ่ม	-คิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง ดัดแปลงความรู้ให้ เกิดประโยชน์หลายด้าน ไม่ซ้ำกัน
3. ความคิดริเริ่ม	-ความคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับ ความคิดคนอื่น และแตกต่างจาก ธรรมดา	-คิดหาคำตอบโดยไม่ซ้ำกับ ความคิดคนอื่น คิดแตกต่างจาก ธรรมดา
4. ความคิดละเอียดลออ	-ความคิดในรายละเอียด ขยาย ความคิดหลัก เห็นภาพชัดเจนขึ้น	-คิดในรายละเอียดที่ทำให้คำตอบ สมบูรณ์ เห็นภาพชัดเจนขึ้น

3.3.4 สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สามารถวัด ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์นี้เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

กำหนดเกณฑ์การประเมิน โดยให้ระดับคุณภาพในแต่ละข้อ เป็น 1 2 3 พิจารณาคำตอบโดยยึดองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังนี้

- 1) การประเมินความคิดคล่อง
    - ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ชัดเจนตรงประเด็นได้น้อยกว่า 4 ข้อ
    - ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ชัดเจนตรงประเด็นได้ 4-6 ข้อ
    - ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ชัดเจนตรงประเด็นได้ มากกว่า 6 ข้อ
  - 2) การประเมินความคิดยืดหยุ่น
    - ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้น้อยกว่า 2 คำตอบ
    - ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ 2-3 คำตอบ
    - ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้มากกว่า 3 คำตอบ
  - 3) การประเมินความคิดริเริ่ม
    - ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 5 คนขึ้นไป
    - ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 3-4 คน
    - ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบซ้ำกับผู้อื่นไม่เกิน 2 คน
  - 4) การประเมินความคิดละเอียดลออ
    - ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง ให้อายละเอียดไม่ชัดเจน และไม่ครบทุกประเด็นที่น่าเสนอ
    - ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง ให้อายละเอียดชัดเจน แต่ไม่ครบทุกประเด็นที่น่าเสนอ
    - ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง ให้อายละเอียดชัดเจน ครบทุกประเด็นที่น่าเสนอ
- 3.3.5 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน โดยตรวจสอบความตรงของเนื้อหาแบบวัด ภาษาที่ใช้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
- 3.3.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.7 ผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย ปรากฏว่าแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ซึ่งสรุปผลได้ว่าแบบวัดมีความสอดคล้อง

3.3.8 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.3.9 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรวจ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแบบอัตนัยปรากฏว่าค่าความยากง่าย (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.35-0.49 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.34-0.66

3.3.10 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ไปหาค่าความเที่ยง โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ( $\alpha$ -Coefficient) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้อง โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการกับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวจนครบทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้

4.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการทดลอง (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินการกับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลอง

4.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากกลุ่มทดลองมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว หลังเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม โดยใช้ t-test one sample โดยตั้งระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 แล้วนำมาเปรียบเทียบด้วยการเปิดตาราง t

5.2 วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียน และ หลังเรียน โดยใช้ t-test dependent Samples



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยเรื่องผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาเล็กของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

#### ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

1.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว ของกลุ่มทดลองกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยที่ จำนวนนักเรียน 22 คน ( $n = 22$ ) และคะแนนเต็มของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ 50 คะแนน

กลุ่มนักเรียน	$\bar{X}$	S.D	t	P
กลุ่มทดลอง	38.68	2.78	1.99*	0.0298
เกณฑ์คะแนน	37.50	0.00		

\* $P < .05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 38.68 สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง



ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีค่า  
คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ตอนที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2.1 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง  
เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน  
เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

กลุ่มนักเรียน	n	$\bar{X}$	S.D	T	P
กลุ่มทดลอง (ก่อนเรียน)	22	29.23	4.19	6.41*	0.0000
กลุ่มทดลอง (หลังเรียน)	22	38.18	4.40		

\*P<.05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่ม  
ทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.23 และ 38.18 สรุปได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบ  
คะแนนความคิดสร้างสรรค์นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา  
ความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง เรื่อง ชาติและสารประกอบ แยกเป็นรายด้าน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ แยกเป็นรายด้าน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของนักเรียน กลุ่มทดลอง

องค์ประกอบความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	กลุ่มทดลอง				t	P
	ก่อนเรียน		หลังเรียน			
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D		
คิดคล่อง	8.14	1.32	10.59	1.14	7.22*	0.0000
คิดยืดหยุ่น	7.09	1.02	8.77	1.11	6.13*	0.0000
คิดริเริ่ม	7.05	1.29	9.68	1.29	6.63*	0.0000
คิดละเอียดลออ	6.95	1.00	9.14	1.39	6.31*	0.0000

\*P<.05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แยกตามองค์ประกอบกลุ่มทดลองก่อนเรียน ด้านคิดคล่อง 8.14 คิดยืดหยุ่น 7.09 คิดริเริ่ม 7.05 คิดละเอียดลออ 6.96 และหลังเรียน ด้านคิดคล่อง 10.59 คิดยืดหยุ่น 8.77 คิดริเริ่ม 9.68 คิดละเอียดลออ 9.14 สรุปได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านของ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอน ภาพเคลื่อนไหวมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีสาระสำคัญของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

##### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ตามเกณฑ์ร้อยละ 75

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

##### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว เรื่องธาตุและสารประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว เรื่องธาตุและสารประกอบ จะมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน

##### 1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

###### 1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ในรายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของโรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดสุราษฎร์ธานี 19 โรงเรียน จำนวน 262 คน

2) *กลุ่มตัวอย่าง* กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวิภาวดี อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ในรายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จำนวน 1 ห้อง ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

### 1.3.2 เครื่องมือการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

(1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ประกอบการบรรยาย จำนวน 8 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 20 ชั่วโมง

(2) สื่อภาพเคลื่อนไหว วิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ที่ใช้ประกอบการบรรยาย

(3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

ก. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ข. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ข้อ เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

### 1.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ก่อนการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

2) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3) เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังการทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน

4) ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำข้อมูลที่ได้อภิปรายต่อไป

### 1.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของกลุ่มทดลอง มาตรวจให้คะแนน
- 2) หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ
- 3) หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลอง
- 4) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ กับเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลัง โดยใช้สถิติ t – test แบบ Independent Samples

### 1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1.4.1 นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 38.68 คะแนน คะแนนร้อยละ 77.36 และ SD.= 2.78

1.4.2 นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแยกตามองค์ประกอบกลุ่มทดลองก่อนเรียน ด้านคิดคล่อง 8.14 คิดยืดหยุ่น 7.09 คิดริเริ่ม 7.05 คิดละเอียดลออ 6.96 และหลังเรียน ด้านคิดคล่อง 10.59 คิดยืดหยุ่น 8.77 คิดริเริ่ม 9.68 คิดละเอียดลออ 9.14 และคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวม 4 องค์ประกอบของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียน 29.23 และหลังเรียน 38.18 คะแนน และ S.D ก่อนเรียน 4.19 และหลังเรียน 4.40

## 2. อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียนมัธยมขนาดเล็กของจังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

## 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอน ภาพเคลื่อนไหว พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1 นั่นแสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อันเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน มีลักษณะเด่น คือ เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีระบบมีเหตุผล และเกิดเจตคติที่ดี ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ หรือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนมุ่งความสนใจหรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเรื่องที่สนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนกำหนดแนวทาง และตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้และปฏิบัติกิจกรรมเก็บรวบรวมข้อมูล ค้นคว้าหรือทดลองตามแผนที่วางไว้เพื่อหาคำตอบ 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปเป็นขั้นตอนที่นักเรียนเลือกสรรข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์แปลผล สรุปผลหรือหาความสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ 4) ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ปรับขยายความรู้จากสิ่งที่ได้ค้นพบมาแล้ว โดยให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์ใหม่ 5) ขั้นประเมิน เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการต่างๆ ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วยขั้นการสอน 5 ขั้นตอน โดยได้มีการสอดแทรกสื่อภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวกับเรื่องที่สอนไว้ในขั้นใดขั้นหนึ่งที่มีความเหมาะสมที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด การนำสื่อภาพเคลื่อนไหวมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้นก็จะทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้สื่อภาพเคลื่อนไหวช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายการเรียน อยากมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ และสื่อการสอนประเภทนี้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนทุกเพศ ทุกวัย สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนเพื่อเป็นการสอนซ่อมเสริม โดยการนำไปเปิดซ้ำหรือส่งวีดิทัศน์ไปให้ผู้เรียนไปศึกษาต่อที่บ้านได้ จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพลภัทร พวง โนนสูง (2550) ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เองวัสดุและสมบัติของวัสดุ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโลกสูงคุซาด อำเภอหนองก๊ก จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 สอดคล้องกับประพิศ ปัทมดัย (2551) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนการสอนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 สอดคล้องกับณรงค์กรสันเทียะ (2554) ผลการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว 3 มิติในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมารีย์วิทยา จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีการสอนใช้สื่อภาพ 3 มิติสูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับนิตยา ไพรสันต์ (2555) ผลการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนประจิมพัฒนา สำนักงานเขตเพื่อนที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 2 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของปณภา ภิรมย์นาค (2555) การใช้สื่อการสอน เิงมัลติมีเดีย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษารายวิชา LSC303/LSM211 การจัดการขนส่ง สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์และ โซ่อุปทาน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีปทุม พบว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษามีเฉลี่ยเท่ากับ 81.50 ของคะแนนเต็ม 20คะแนน มีผลคะแนนที่เพิ่มขึ้น 7.12 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับมาก

## 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว พบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2 นั้นแสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว สามารถกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ขององค์ประกอบย่อยด้านคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดลออ สูงขึ้นด้วย เนื่องจากได้

วางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน โดยมีกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนมีทักษะการคิดขั้นสูงซึ่งประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา ได้ฝึกการปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่สำคัญต่อการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้น จากการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5 ชั้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และคิดละเอียดลออได้ เนื่องจากในแต่ละขั้นของการสืบเสาะหาความรู้นี้นักเรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา คิดหรือประดิษฐ์ผลผลิตที่แปลกใหม่เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ โดยนอกจากนักเรียนจะได้ผลผลิตที่เป็นสิ่งใหม่แล้วนักเรียนยังได้รับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระหว่างการแก้ปัญหาและการสร้างผลผลิตอีกด้วย

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว ผู้เรียนจะได้คิดริเริ่ม ในการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหวในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนตามความคิดของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและสร้างสรรค์สื่อภาพเคลื่อนไหวที่จะเอามาเสริมสร้างและเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ ทำให้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ด้วยคุณลักษณะขององค์ประกอบของสื่อภาพเคลื่อนไหวที่จะสามารถสื่อความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ข้อความตัวอักษร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบัวราย หม่องกี (2550) ศึกษาผลการออกแบบกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับนิตยา ไพรสันต์ (2555) ผลการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนประจิมพัฒนา สำนักงานเขตเพื่อนที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 2 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับมยุรี จันทร (2557) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเมืองชุมพรวัดสุบรรณนิมิตร จังหวัดชุมพร ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าของกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ



ทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับบุญรัตน์ จันทร เอกภูมิ จันทรจันดี และธีระศักดิ์ วีระภาสพงษ์ (2557) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุล กล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบคือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ให้อยู่ในระดับดีและดีมาก เพิ่มขึ้น

ดังนั้นจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและ สารประกอบ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย

### 3. ข้อเสนอแนะ

#### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

##### 3.1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับครู

- 1) ก่อนดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องกำหนด ข้อตกลงร่วมกันในชั้นเรียนเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ของนักเรียน
- 2) ครูผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนที่ถูกต้อง มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระอย่างพอเพียง
- 3) ครูควรเตรียมสื่อที่เหมาะสม และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในชั้นที่ถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา
- 4) ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกการใช้สื่อการสอน เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้นในการคิดและหาคำตอบ และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

##### 3.1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

- 1) ผู้บริหารควรให้การส่งเสริมและสนับสนุนครูผู้สอนในการจัดทำสื่อการเรียนรู มาใช้ในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มความสามารถ
- 2) ผู้บริหารควรสนับสนุนเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ประจำ ห้องเรียน และเทคโนโลยีสำหรับการสืบค้นข้อมูลของนักเรียน

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

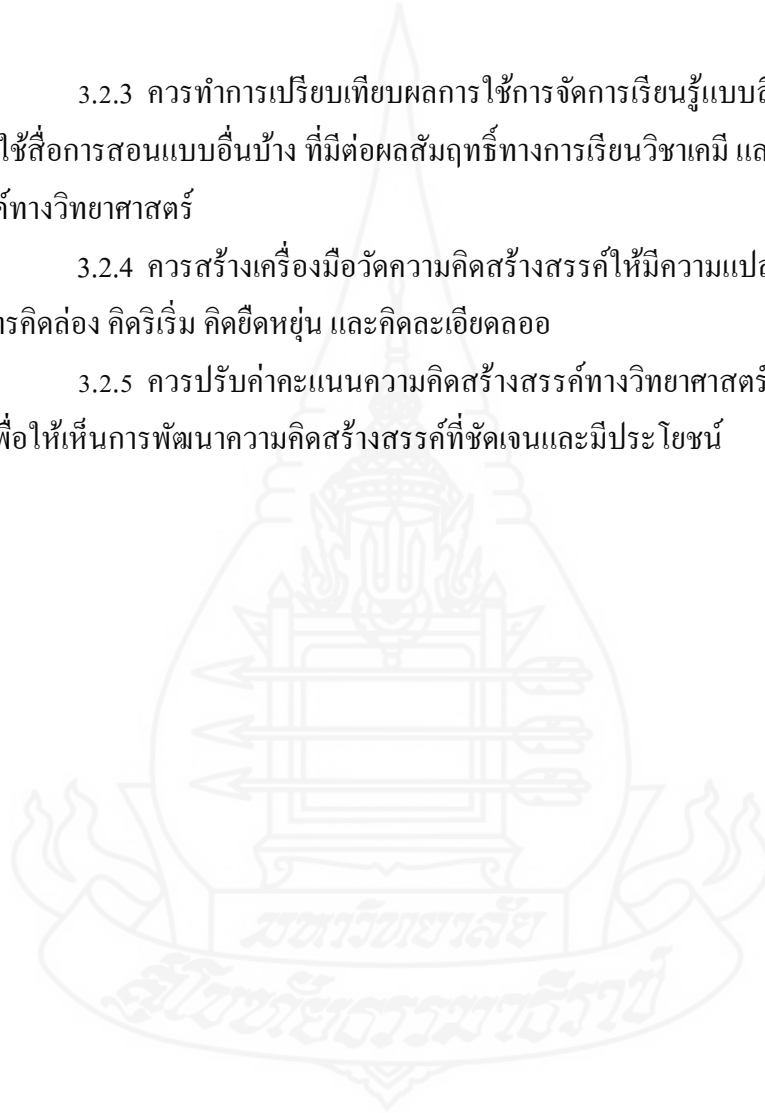
3.2.1 ควรทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ กับวิธีการสอนแบบอื่นที่อีกเหมาะสมกับผู้เรียน

3.2.2 ควรทำการเปรียบเทียบผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ในเนื้อหาเรื่องอื่นๆ บ้าง

3.2.3 ควรทำการเปรียบเทียบผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนแบบอื่นบ้าง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2.4 ควรสร้างเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ให้มีความแปลก นอกกรอบ มากกว่าการคิดล่อง คิคริเริ่ม คิคยี้ดหุ่่น และคิคละเอียดลออ

3.2.5 ควรปรับค่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในขณะปฏิบัติของ นักเรียน เพื่อให้เห็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ชัดเจนและมีประโยชน์



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กนกรัตน์ วุฒิวิชากรณ. (2554). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม. (ค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร.
- กฤษณา ชูติมา. (2551). หลักเคมีทั่วไป เล่ม 1. (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัญญา ลินทรต้นศิริกุล. (2550). การวัดความรู้ความคิด. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา การประเมินและวิจัยพัฒนาการเรียนการสอน*. หน่วยที่ 2 นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- \_\_\_\_\_. (2555). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. หน่วยที่ 3 นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กาญจนา คังคะประดิษฐ์. (2547). การสอนให้เกิดแนวคิดเรื่องพันธะเคมีตามแนวคอนสตรัคติวิซึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2548). เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา เรื่อง สื่อการเรียนการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไกรยศ ภัทราวาท. (2556). ความคิดสร้างสรรค์ สิ่งจำเป็นต่อการศึกษาในศตวรรษที่ 21. สืบค้นวันที่ 25/12/2560 จาก [http://www.http://m.prachachat.net/news\\_detail.php?newsid=1359702484](http://www.http://m.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1359702484).
- ฉันท ชาติทอง. (2554). สอนคิด: การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.

- จกกล ขวัญกล. (2554). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. สืบค้นวันที่ 20/12/2560 จาก <http://www.kroobannok.com>.
- ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2560). สื่อ นวัตกรรม และการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. หน่วยที่ 3 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2537). บทบาทของสื่อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. ใน เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา. หน่วยที่ 1 นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ณรงค์ กราสันเทียะ. (2556). ผลการใช้สื่อภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมารีย์วิทยา จังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ณัฐภณ สุเมธอชิตม. (2554). การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการจัดแสงเพื่องานออกอากาศ ระดับชั้นปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ดำเนิน ยาท่วม. (2548). ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ วัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนอภิปัญญาและวัฏจักรการเรียนรู้ร่วมกับ การสะท้อนและความตระหนักรู้ปัญหา. (ดุขฎีนิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ พุกษชลธาร. (2517). การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2558). บทความการคิดและการสอนการคิด. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- นิคม ทาแดง. (2527). เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- นิตยา ไพรัตน์. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนประจิมพัฒนา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 2 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- นิภาชล เพ็ญแสง. (2557). ภาพเคลื่อนไหว. [ระบบออนไลน์]. สืบค้นวันที่ 1/1/256 แหล่งที่มา <https://prezi.com/zegkvqkoyoy/1-animation/>
- นฤมล บุตาคม. (2522). อิทธิพลการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์. (2555). การสอนวิทยาศาสตร์ 2. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา สาระดละวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 9 นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นุชนาท สิงหา. (2554). ผลการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ร่วมกับเทคนิคการจัดแผนผังมโนทัศน์เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองขลุงราษฎร์รังสรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- บรรพต พรประเสริฐ. (2538). การศึกษาการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยที่ระดับทักษะพื้นฐานการสังเกตแตกต่างกันที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมสร้างสรรค์ทางรูปภาพ กิจกรรมสร้างสรรค์ทางสัญลักษณ์ กิจกรรมสร้างสรรค์ทางภาษาตามแนวปกติ. *วารสารการวิจัยทางการศึกษา*, 25(2-4), 86-92.
- บัวรวย หม่องกี. (2549). การออกแบบกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- บุญรัตน์ จันทร์. (2557). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกล โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
ทางวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห้ วงศ์เชิดธรรม. (2545). แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา*.  
หน่วยที่ 5 นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปณภา ภิรมย์นาค. (2555). การใช้สื่อการสอน เชิงมัลติมีเดีย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ  
นักศึกษารายวิชา LSC303/LSM211 การจัดการขนส่ง สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์  
และโซ่อุปทาน คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ประทีน คล้ายนาค. (2541). *การผลิตรายการโทรทัศน์ทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). นครปฐม:  
คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ประพิศ ปัทมดัย. (2551). การเปรียบเทียบผลการสอนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น  
การเรียนรู้แบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในเครือข่ายป่าพะยอม.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2552). วารสารสมาคมครุวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย. การจัดการเรียน  
การสอนที่ยึดแนวทางการสืบเสาะ.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2538). *สารตถจิตตะวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม:  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปิติ ชิตตระการ. (2552). *การใช้ภาพ 3 มิติและภาพเคลื่อนไหวในการสร้างสื่อการสอนเชิงรุก*  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ. มหาวิทยาลัย  
กรุงเทพฯ.
- ปิยะมาศ อাজার. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการ  
คิดวิเคราะห์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ  
และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. (ปริญญาโทนิพนธ์เกษตรศาสตร์  
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. (2551). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคลองทองวิทยา. (การค้นคว้าอิสระ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- พัชรภรณ์ เมืองศรี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- พิศาล วชิราชัย. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง เกษษกรรมไทย. (การค้นคว้าอิสระ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. (พิมพ์ครั้งที่ 3) กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีการ เทคนิคการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พลภัทร พองโนนสูง. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุโดยใช้กระบวนการสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). สัมมนาหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ใน เอกสารประกอบการเรียน วิชา 506713. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบูรณ์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชณ์.
- มยุรี จันทร. (2557). ผลการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการแสดงทางวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.



- ละมัย วงคำแก้ว. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วชิระ อินทร์อุดม. (2539). การผลิตวิดีโอทัศน์เพื่อการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา.
- วันดี สุขสุวรรณ. (2553). รายงานการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2531). สื่อการสอน: เทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- วารินทร์ แก้วอุไร. (2538). เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- วนิดา ชูแก้ว. (2546). การใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองตะเภาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). เอกสารการอบรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน สาขาชีววิทยา.
- สถาปนา เกษมศิลป์. (2546). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรม โครงการวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง กับการสอนตามคู่มือครู. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

- สมจิต ผอมเซ่ง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้เทคนิค ฟังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สมบัติ กาญจนารักพงษ์. (2549). เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาการทักษะ การคิดขั้นสูง: กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ธารอักษร.
- สมหมาย ตามประวิติ.(2555). ภาพเลื่อนไหว. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ.
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). การประเมินผลสัมฤทธิ์นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2551-2560. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุดาทิพย์ ชินะพันธ์. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อการสอนการ์ตูน โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาการประชุมภาคใหญ่วิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 26 มิถุนายน 2558. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- สุทธิดา จำรัส. (2555). การสอนวิทยาศาสตร์ 1. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา สาระตะถะวิทยวิธีและ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 8 นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุทธิดา วงสามิ่ง. (2558). การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน: ทิศทางใหม่ใน ศตวรรษที่ 21.
- สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ. (2557). การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. *วารสาร การวัดผลการศึกษา*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 20(2), 260-287.
- สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ. (2557). หลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีธรรมชาติของเคมี. *สสวท. ไสว พักขาว*. (2544). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- อังคณา ต่อคิด. (2549). การพัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ ความรู้เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- อารี พันธุ์ณี. (2537). *ความคิดสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ต้นอ่อน.
- \_\_\_\_\_. (2540). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ต้นอ่อน.
- อารี รังสีนนท์. (2527). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ธนกิจการพิมพ์.
- อำไพ กำลัหาญ. (2545). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างวิธีสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์กับวิธีสอนแบบปกติ.  
(วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.*
- อุษาวดี จันทรสุนธิ. (2555). *การรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยเชิงปริมาณ*. ใน *ประมวลสาระ  
ชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. หน่วยที่ 8 นนทบุรี: สาขาวิชา  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Abell, Sandra K. (2002). *Trends and Issues in Science Education*. Research Policy and Practice in  
Abstracts International.
- Biological Science Curriculum Society. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins,  
Effectiveness, and Applications*. 5<sup>th</sup> ed. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Callahan, J. F, et al. (1998). *Teaching in Middle and Secondary Schools*. 3<sup>rd</sup> ed. Toronto;  
MacMillan.
- Davis, G.A. (1973). *Psychology of Problem Solving*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Basic Books.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Learning*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Mcgarw-hill.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book.
- Johnstone, A.H. (1993). *Why Is Science Difficult to Learn. Things Are Seldom What They Seem.*  
In *Teaching, Learning and Assessment in Science Education*. Edwards,  
D.,Scanlon,E. and West,D., Editors. London. Paul Chapman Publishing.
- Katiyar, P.C. and Jarial. (1985). *Garpal Sing. Training Programs for Developing Creativity in  
School Chidren. The Journal of Creative Behavior*. 19 (Octorber 1987), 594-605.
- Klopfer, E.L. (1971). *Handbook on formative and summative evaluations*. New York: Addison-  
Wesley.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A  
guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.

- O' Brien, Thomas P. and Seager, Douglas. (2000). 5E(z) Steps to Teaching Earth-Moon Scaling: An Interdisciplinary Mathematics/Science/technology Mini-Unit. *School Science and Mathematics*, 100 (7), 390-5.
- Piltz, A., and Sund R. (1974). *Creative Teaching of Science in the Elementary School*. Englewood Cliff N.J.: Prentice Hall.
- Rogers, C.R. (1970). *Towards a Theory of Creativity in P.E. Vernon*. 1<sup>st</sup> ed. Hasmonds Worth: Penguin Book.
- Sun, R. B., and Trowbridge, L. W. (1973). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. 2<sup>nd</sup> ed. Columbus: Charles E. Merrill Publishing.
- Todd Lubart. (2015). International conferences subject Assessment of the development of thinking processes. Creative analysis <http://www.edsiam.com/creativity>.
- Torrance, P.E. (1965). *Rewarding Creative Behavior*. Engle Wood Cliffs: New Jersey Prentice - Hall.
- Washton, S. (1967). *Teaching Science Creatively in The Secondary School*. Philadelphia: W. B. Saunder.
- Wilder, Melind and Shuttle worth, Phyllis. (2004). Cell inquiry: A 5E Learning Cycle. *Lesson Science Activities*, 41 (1), 25-31.
- Wilder and Shuttlework. (2005). Investigating the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different Learning Styles Students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(1), 541-566.

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

### ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ชื่อ นางสาวชานดา จิตจำ

สถานที่ทำงาน โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

วุฒิการศึกษา

1. กศ.บ วิชาเอก วิทยาศาสตร์ –เคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒภาคใต้
2. ศษ.ม หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

1. ประสบการสอนวิชาเคมี 22 ปี
2. วิทยากรค่าย 1 สอวน.วิชาเคมี

2. ชื่อ นางสาววิตรี รัตนบุรี

สถานที่ทำงาน โรงเรียนทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

วุฒิการศึกษา

1. คบ. วิชาเอก วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ศษ.ม หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

1. ครูผู้สอนวิชาเคมี
2. ครูผู้สอน โครงการวิทยาศาสตร์
3. ครูผู้สอน โลกดาราศาสตร์
4. ประสบการณ์สอนทั้งหมด 26 ปี

3. ชื่อ นางเพ็ญลภา การีกลิ่น

สถานที่ทำงาน โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์

วุฒิการศึกษา

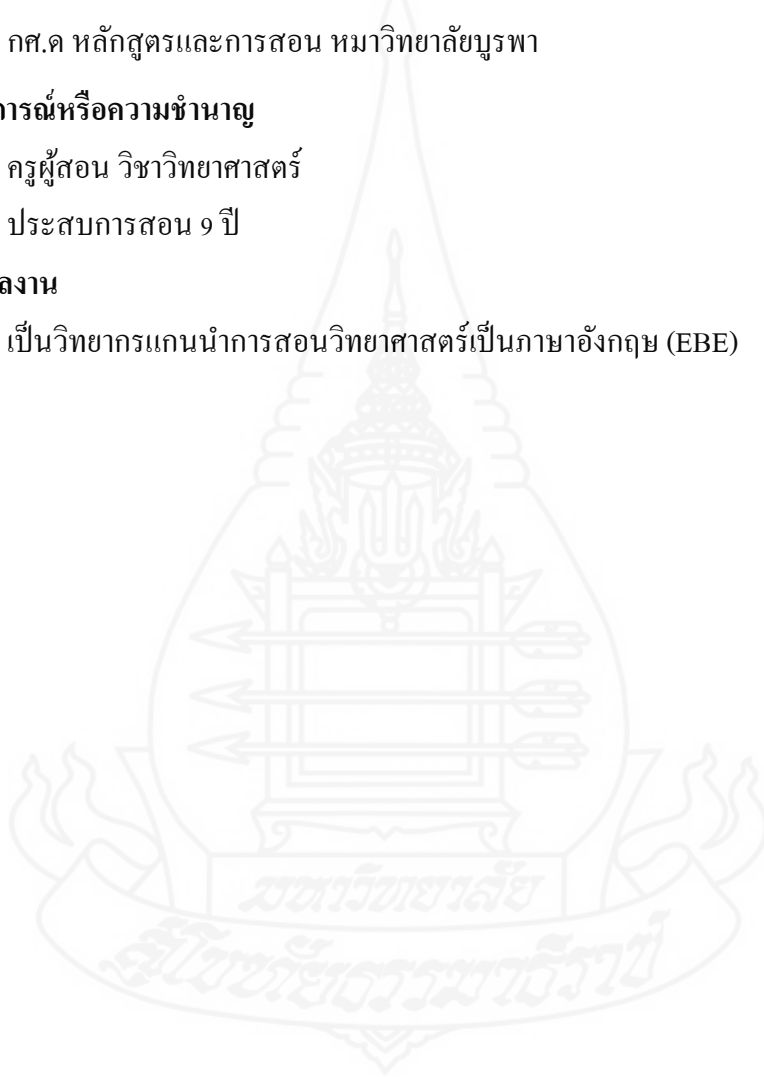
1. วท.บ เอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ศศ.ม หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
3. กศ.ด หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยบูรพา

ประสบการณ์หรือความชำนาญ

1. ครูผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์
2. ประสบการสอน 9 ปี

ผลงาน

1. เป็นวิทยากรแกนนำการสอนวิทยาศาสตร์เป็นภาษาอังกฤษ (EBE)







ภาคผนวก ข

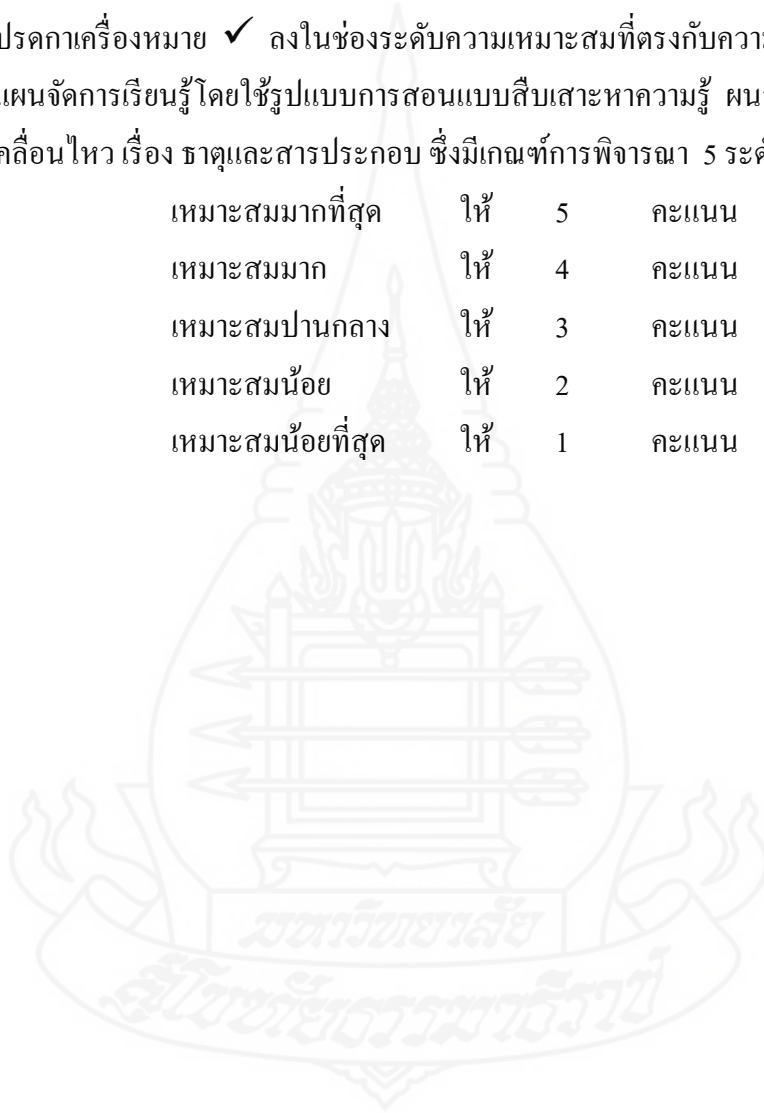
แบบตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของผู้ใช้ชาวชาญ

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
 ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

คำชี้แจง

โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน  
 เกี่ยวกับ แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการ  
 สอนภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณา 5 ระดับ คือ

เหมาะสมมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้	4	คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้	3	คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้	2	คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน



แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

แผนการจัดการเรียนรู้	ความสอดคล้องของเนื้อหากับ จุดประสงค์					ความสอดคล้องของกิจกรรม แต่ละขั้น					ความสอดคล้องของสื่อที่ใช้ กับสาระสำคัญ					ความสอดคล้องของคำสั่งที่ ใช้กับสาระสำคัญ					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการของ แบบจำลองอะตอมและอนุภาคมูลฐานของอะตอม																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัญลักษณ์ นิวเคลียร์ เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตารางธาตุ																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การจัดเรียง อิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ไอออนของธาตุ และสมบัติความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุ																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พันธะไอออนิก																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์																					
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง พันธะโลหะ																					



ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ประเมิน

**แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ**  
**การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรม**  
**วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ**

**คำชี้แจง** จงพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้วัดได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่อง “ความคิดเห็น” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

กาเครื่องหมาย / ลงในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้จริง

กาเครื่องหมาย / ลงในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้จริง

กาเครื่องหมาย / ลงในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้จริง

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
1.	อธิบายแบบจำลองอะตอมของดอลตันได้	1. แบบจำลองอะตอมของดอลตันเป็นอย่างไร (ความเข้าใจ) ก. ทรงกลมตัน ข. ทรงกลมกลวง ค. ทรงกลมมีช่องตรงกลาง ง. ทรงกลมผิวขรุขระ							
2.	อธิบายแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้	2. ข้อใดกล่าวถึงแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ) ก. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ข. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปในอะตอม							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
		<p>ก. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปใน อะตอมในสภาพที่เป็นไม่กลางทางไฟฟ้าจะมี จำนวนประจุบวกไม่เท่ากับจำนวนประจุลบ</p> <p>ง. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปใน อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมี จำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุ</p>							
3.	อธิบายแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	<p>3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. โปรตอนและอิเล็กตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียสของอะตอม</p> <p>ข. นิวเคลียสมีขนาดเล็กมากและมีมวลมากภายในประกอบด้วยอนุภาคโปรตอน</p> <p>ค. นิวเคลียสเป็นกลางทางไฟฟ้าเพราะประจุของโปรตอนกับของอิเล็กตรอนเท่ากัน</p> <p>ง. อะตอมของธาตุประกอบด้วยโปรตอน และอิเล็กตรอนกระจายอยู่ภายในด้วยจำนวนเท่ากัน</p>							
4.	อธิบายแบบจำลองอะตอมของนีลโบร์ได้	<p>4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของนีล โบร์ (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. อิเล็กตรอนไม่เคลื่อนที่ แต่อยู่เฉพาะที่</p> <p>ข. อิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 1 จะมีพลังงานมากที่สุด</p> <p>ค. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ในระดับพลังงานที่มีค่าเฉพาะตัว</p> <p>ง. อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานใกล้ นิวเคลียสที่สุดจะมีพลังงานสูงสุด</p>							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
5.	ระบุข้อมูลสำคัญจากแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ด ที่นำมาประกอบเป็นแบบจำลองอะตอมของนิลโบร์ได้	<p>5. ข้อใดกล่าวถูกต้อง (<b>ความเข้าใจ</b>)</p> <p>ก. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน คือ อะตอมที่นิวเคลียสมีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนวิ่งรอบนิวเคลียส</p> <p>ข. แบบจำลองอะตอมของดอลตัน คือ อะตอมที่มีลักษณะเป็นทรงกลม มีอิเล็กตรอนและโปรตอนกระจายอยู่ทั่วไปในทรงกลมนั้น</p> <p>ค. แบบจำลองอะตอมของโบร์ คือ อิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียสจะโคจรอยู่เป็นชั้นเหมือนดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาล</p> <p>ง. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด คือ อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมขนาดเล็กมาก และไม่สามารถแบ่งได้อีก</p>							
6.	ระบุข้อมูลของแบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกเพิ่มเติมจากนิลโบร์ได้	<p>6. สิ่งใดที่เป็นข้อแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอกกับนิลโบร์ (<b>วิเคราะห์</b>)</p> <p>ก. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส</p> <p>ข. โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน และจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้</p> <p>ค. อิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดจะเรียกว่าระดับพลังงานต่ำสุด</p> <p>ง. อิเล็กตรอนที่อยู่ไกลนิวเคลียสมากที่สุดจะเรียกว่าระดับพลังงานสูงสุด</p>							
7.	ระบุชนิดของอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้	<p>7. อนุภาคมูลฐานของอะตอมประกอบด้วยอะไรบ้าง (<b>ความจำ</b>)</p> <p>ก. โฟตอน โปรตอน นิวตรอน</p> <p>ข. โฟตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน</p> <p>ค. โปรตอน โฟตอน อิเล็กตรอน</p>							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
		<b>ง. โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน</b>							
8.	บอกตำแหน่งของอนุภาคมูลฐานแต่ละชนิดในโครงสร้างของอะตอมได้	8. ในนิวเคลียสของธาตุเป็นที่อยู่ของอนุภาคใด (ความจำ) ก. โปรตอน กับ อิเล็กตรอน ข. อิเล็กตรอน กับ นิวตรอน <b>ค. โปรตอน กับ นิวตรอน</b> ง. โปรตอน กับ โพซิตรอน							
9.	บอกความหมายของเลขอะตอมของธาตุได้	9. เลขอะตอมของธาตุ คือข้อใด (ความเข้าใจ) ก. จำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ <b>ข. จำนวนโปรตอนในอะตอมของธาตุ</b> ค. จำนวนนิวตรอนในอะตอมของธาตุ ง. จำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในอะตอมของธาตุ							
10.	บอกความหมายของเลขมวลของธาตุได้	10. ข้อใดบอกความหมายของเลขมวลได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ) ก. จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม ข. มวลรวมของนิวตรอน โปรตอน และอิเล็กตรอนในอะตอม <b>ค. มวลรวมของนิวตรอนและโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม</b> ง. มวลรวมของโปรตอน และอิเล็กตรอนในนิวเคลียสของอะตอม							
11.	บอกความหมายของสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้	11. ${}^Z_A X$ จงบอกความหมายของตัวอักษรต่อไปนี้ (ความจำ) ก. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ A คือ เลขมวล Z คือ เลขประจุ ข. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
		A คือ เลขประจุ Z คือ จำนวนอะตอม ค. X คือ เลขอะตอม A คือ สัญลักษณ์ธาตุ Z คือ เลขประจุ <b>ง. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ</b> <b>A คือ เลขอะตอม</b> <b>Z คือ เลขมวล</b>							
12.	เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้	12. ธาตุ X มี 80 อิเล็กตรอนและ 130 นิวตรอน ข้อใดเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ถูกต้อง (ประยุกต์ใช้) ก. ${}_{80}^{210}X$ ข. ${}_{80}^{130}X$ ค. ${}_{130}^{80}X$ ง. ${}_{130}^{210}X$							
13.	ระบุจำนวนอนุภาคโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่กำหนดให้ได้	13. จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ ${}_{13}^{27}A$ ข้อใดถูกต้อง (ประยุกต์ใช้) ก. โปรตอน 13 , อิเล็กตรอน 13 , นิวตรอน 13 ข. โปรตอน 14 , อิเล็กตรอน 14 , นิวตรอน 13 <b>ค. โปรตอน 13 , อิเล็กตรอน 13 , นิวตรอน 14</b> ง. โปรตอน 14 , อิเล็กตรอน 14 , นิวตรอน 13							




ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
14.	ระบุจำนวนอนุภาคโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่กำหนดให้ได้	14. สัญลักษณ์นิวเคลียร์ $^{12}_6\text{C}$ แสดงว่านิวเคลียสของคาร์บอนนี้มีอนุภาคตามข้อใด (ประยุกต์ใช้) ก. โปรตอน 12 , นิวตรอน 6 ข. โปรตอน 6 , นิวตรอน 6 ค. โปรตอน 6 , อิเล็กตรอน 6 ง. ถูกทั้งข้อ 2. และ 3.							
15.	บอกความหมายของไอโซโทปได้	15. ข้อใดอธิบายความหมายไอโซโทปของธาตุได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ) ก. ธาตุชนิดเดียวกัน เลขมวลเหมือนกันแต่เลขอะตอมต่างกัน ข. ธาตุชนิดเดียวกันมีประจุในนิวเคลียสเหมือนกันแต่เลขมวลต่างกัน ค. ธาตุต่างชนิดกันมีเลขอะตอมเหมือนกันแต่เลขมวลต่างกัน ง. ธาตุต่างชนิดกันมีประจุในนิวเคลียสเหมือนกันแต่เลขมวลต่างกัน							
16.	ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซโทปได้	16. ธาตุในข้อใดเป็น Isotope กัน (ความเข้าใจ) ก. $^{52}_{18}\text{X}$ และ $^{54}_{18}\text{Y}$ ข. $^{52}_{18}\text{X}$ และ $^{52}_{19}\text{Y}$ ค. $^{52}_{18}\text{X}$ และ $^{53}_{19}\text{Y}$ ง. $^{52}_{18}\text{X}$ และ $^{52}_{19}\text{Y}$							
17.	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างไอโซโทปและไอโซโทนได้	17. ข้อใดกล่าวถึงไอโซโทปและไอโซโทนได้ถูกต้อง (วิเคราะห์) ก. ไอโซโทป เป็นธาตุต่างชนิดกัน ที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุต่างชนิดกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน							

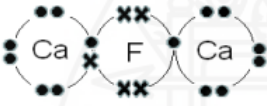



ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
		<p>จ. ไอโซโทป เป็นธาตุชนิดเดียวกันที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุชนิดเดียวกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน</p> <p>ค. ไอโซโทป เป็นธาตุชนิดเดียวกันที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุต่างชนิดกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน</p> <p>ง. ไอโซโทป เป็นธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุต่างชนิดกัน แต่มีโปรตรอนเท่ากัน</p>							
18.	ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซโทนได้	<p>18. ข้อใดคือไอโซโทน (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. <math>{}^1_1H</math> , <math>{}^3_1H</math></p> <p>ข. <math>{}^{11}_5B</math> , <math>{}^{12}_6C</math></p> <p>ค. <math>{}^{12}_6C</math> , <math>{}^{13}_6C</math></p> <p>ง. <math>{}^{14}_6C</math> , <math>{}^{14}_7N</math></p>							
19.	ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซบาร์ได้	<p>19. ข้อใดคือไอโซบาร์ (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. <math>{}^{12}_6C</math> , <math>{}^{13}_6C</math></p> <p>ข. <math>{}^1_1H</math> , <math>{}^3_1H</math></p> <p>ค. <math>{}^{14}_6C</math> , <math>{}^{14}_7N</math></p> <p>ง. <math>{}^{11}_5B</math> , <math>{}^{12}_6C</math></p>							
20.	บอกหลักการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุตามกฎฟิร็อดิกได้	<p>20. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ กฎฟิร็อดิก (ความจำ)</p> <p>ก. การจัดธาตุเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 ธาตุตามสมบัติที่คล้ายคลึงกัน</p> <p>ข. การเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปมากจะพบว่าธาตุมีคุณสมบัติคล้ายกันเป็นช่วง ๆ</p>							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
		<p>ค. การเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปมากพบว่าธาตุที่ 8 จะมีสมบัติเหมือนกับธาตุที่ 1 เสมอ</p> <p>ง. การจัดเรียงธาตุโดยแบ่งเป็นโลหะกับอโลหะ</p>							
21.	บอกความหมายคาบและหมู่ในตารางธาตุได้	<p>21. ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ความจำ)</p> <p>ก. ธาตุในแนวตั้งเรียกว่าคาบ และธาตุในแนวนอนเรียกว่าหมู่</p> <p>ข. ธาตุในแนวตั้งเรียกว่า หมู่ และธาตุในแนวนอนเรียกว่า คาบ</p> <p>ค. Li Na K เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน</p> <p>ง. C N O เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกัน</p>							
22.	ระบุจำนวนคาบและหมู่ของธาตุในตารางธาตุได้	<p>22. ตารางธาตุในปัจจุบัน มีจำนวนหมู่และคาบเท่าใด (ความจำ)</p> <p>ก. 16 หมู่ 7 คาบ</p> <p>ข. 16 หมู่ 8 คาบ</p> <p>ค. 18 หมู่ 7 คาบ</p> <p>ง. 18 หมู่ 8 คาบ</p>							
23.	ระบุตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุได้	<p>23. ธาตุ A มีเลขอะตอม 33 ธาตุอยู่หมู่และคาบใด (ประยุกต์ใช้)</p> <p>ก. หมู่ 4 คาบ 5</p> <p>ข. หมู่ 5 คาบ 3</p> <p>ค. หมู่ 5 คาบ 5</p> <p>ง. หมู่ 5 คาบ 4</p>							
24.	บอกหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมในระดับพลังงานหลัก	<p>24. ข้อใดต้องใช้ในการกำหนดจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. <math>2n</math></p> <p>ข. <math>n^2</math></p> <p>ค. <math>2n^2</math></p> <p>ง. <math>3n^2</math></p>							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
25.	บอกหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมในระดับพลังงานย่อยได้	25. ข้อใดเป็นการจัดอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยของ $_{10}\text{Ne}$ (ประยุกต์ใช้) ก. $1s^2 2s^2 2p^6$ ข. $1s^2 2s^2 3s^2 3p^4$ ค. $1s^2 2s^2 3s^1 3p^4$ ง. $1s^2 2s^2 3p^5 3s^1$							
26.	ระบุหมู่และคาบของธาตุจากตารางธาตุตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักได้	26. ธาตุ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2,8,18,8,6 ข้อใดถูกต้อง (ประยุกต์ใช้) ก. ธาตุดังกล่าวอยู่ในหมู่ที่ 6 คาบที่ 6 ข. ธาตุดังกล่าวอยู่ในหมู่ที่ 6 คาบที่ 5 ค. ธาตุดังกล่าวอยู่ในหมู่ที่ 5 คาบที่ 6 ง. ธาตุดังกล่าวอยู่ในหมู่ที่ 6 คาบที่ 8							
27.	ระบุหมู่และคาบของธาตุจากตารางธาตุตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยได้	27. ธาตุ A มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนดังนี้ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ ธาตุนี้อยู่ในหมู่และคาบใด (ประยุกต์ใช้) ก. ธาตุ A อยู่ในหมู่ที่ 6 คาบที่ 1 ข. ธาตุ A อยู่ในหมู่ที่ 4 คาบที่ 1 ค. ธาตุ A อยู่ในหมู่ที่ 1 คาบที่ 6 ง. ธาตุ A อยู่ในหมู่ที่ 1 คาบที่ 4							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ																							
			+1	0	-1	+1	0	-1																								
28.	บอกสาระสำคัญของกฎออกเตตได้	28. การที่อะตอมพยายามปรับตัวเองให้อยู่ในสภาพเสถียรโดยทำให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 8 เป็นหลักสำคัญของกฎใด (ความจำ) ก. ออกซิเดชัน ข. ออกเตต ค. โควเลนต์ ง. ไอออนิก																														
29.	เปรียบเทียบความแตกต่างของไอออนบวกและไอออนลบได้	29. จากข้อมูลต่อไปนี้ข้อใดแสดงความเป็นไอออนที่ต่างชนิดจากข้ออื่น ก. โปรตอน = 12 นิวตรอน = 13 อิเล็กตรอน = 14 ข. โปรตอน = 15 นิวตรอน = 16 อิเล็กตรอน = 15 ค. โปรตอน = 20 นิวตรอน = 20 อิเล็กตรอน = 18 ง. โปรตอน = 11 นิวตรอน = 13 อิเล็กตรอน = 11																														
30.	เขียนแผนภาพแสดงการเกิดไอออนบวกและไอออนลบได้	30. จงเติมข้อความให้สมบูรณ์ (ประยุกต์ใช้) <table border="1" data-bbox="470 1467 917 1915"> <thead> <tr> <th>ธาตุ</th> <th>การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย</th> <th>การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก</th> <th>การเกิดเป็นไอออน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>_{13}\text{Al}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>_{19}\text{K}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>_{34}\text{Se}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>_{53}\text{I}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>_{56}\text{Ba}</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก	การเกิดเป็นไอออน	$_{13}\text{Al}$				$_{19}\text{K}$				$_{34}\text{Se}$				$_{53}\text{I}$				$_{56}\text{Ba}$									
ธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก	การเกิดเป็นไอออน																													
$_{13}\text{Al}$																																
$_{19}\text{K}$																																
$_{34}\text{Se}$																																
$_{53}\text{I}$																																
$_{56}\text{Ba}$																																

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
31.	บอกสมบัติของโลหะที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยอิเล็กตรอนได้	31. สมบัติข้อใดของโลหะที่มีอิทธิพลมาจากความสามารถในการปลดปล่อยอิเล็กตรอนได้ (ความเข้าใจ) ก. นำความร้อนได้ ข. นำไฟฟ้าได้ดี ค. ตีเป็นแผ่นได้ ง. จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง							
32.	บอกแนวโน้มความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุได้	32. ข้อใดแสดงแนวโน้มความเป็นอโลหะจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง  ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 2 ค. หมายเลข 3 ง. หมายเลข 4							
33.	บอกความหมายพันธะไอออนิกได้	33. ข้อใดกล่าวถึงพันธะไอออนิกได้ถูกต้อง (ความจำ) ก. เป็นพันธะที่มีทิศทางที่แน่นอนและเป็นโมเลกุลเดี่ยวขนาดเล็ก ข. เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน ค. อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระระหว่างอะตอมต่างๆ ง. เป็นแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
34.	อธิบายการเกิดพันธะไอออนิกได้	34. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับพันธะไอออนิก (ความเข้าใจ) ก. การใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน ข. เกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้า ค. จุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำมาก ง. หน่วยเล็กเรียกว่า “โมเลกุล”							
35.	เขียนแผนภาพแสดงการเกิดไอออนของธาตุที่จะมารวมกันด้วยพันธะไอออนิกได้	35. ข้อใดแสดงการเกิดสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์ได้ถูกต้อง (ประยุกต์ใช้) กำหนดให้ • แทน เวเลนซ์อิเล็กตรอนของแคลเซียม X แทน เวเลนซ์อิเล็กตรอนของฟลูออรีน เลขอะตอมของ F และ Ca เท่ากับ 9 และ 20 ตามลำดับ ก.  ข.  ค.  ง. 							
36.	เขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกได้	36. ข้อใดเขียนสูตรสารประกอบของ ${}_{12}\text{Mg}$ กับ ${}_{17}\text{Cl}$ ได้ถูกต้อง (ประยุกต์ใช้) ก. $\text{MgCl}_2$ ข. $\text{Mg}_2\text{Cl}$ ค. $\text{MgCl}$ ง. $\text{MgCl}_3$							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
37.	อ่านชื่อสารประกอบไอออนิกได้	37. ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบไอออนิกผิด (ประยุกต์ใช้) ก. NaF – โซเดียมฟลูออไรด์ ข. KCl – แคลเซียมคลอไรด์ ค. NaCl – โซเดียมคลอไรด์ ง. LiI – ลิเทียมไอโอไดด์							
38.	ยกตัวอย่างสารประกอบของพันธะไอออนิกได้	38. ข้อใดต่อไปนี้สามารถรวมกันเป็นโมเลกุลได้โดยใช้พันธะไอออนิก (ความเข้าใจ) ก. ${}_{19}\text{K}$ กับ ${}_{20}\text{Ca}$ ข. ${}_{19}\text{K}$ กับ ${}_{17}\text{Cl}$ ค. ${}_{6}\text{C}$ กับ ${}_{17}\text{Cl}$ ง. ${}_{1}\text{H}$ กับ ${}_{8}\text{O}$							
39.	อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิกได้	39. ข้อใดเป็นสมบัติที่แสดงว่าโซเดียมคลอไรด์เป็นสารประกอบไอออนิก (ความเข้าใจ) ก. โซเดียมคลอไรด์มีสถานะเป็นของแข็ง มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง ข. โซเดียมคลอไรด์สามารถละลายน้ำได้ ค. โซเดียมคลอไรด์เมื่อละลายน้ำแล้วนำไฟฟ้าได้ ง. โซเดียมคลอไรด์ไม่นำไฟฟ้า							
40.	บอกความหมายพันธะโควาเลนต์ได้	40. ข้อใดกล่าวถึงพันธะโควาเลนต์ได้ถูกต้อง (ความจำ) ก. เกิดจากโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน ข. เกิดจากโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน ค. เกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนให้กับอโลหะ ง. เกิดจากอโลหะเสียอิเล็กตรอนให้กับ							



ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
41.	จำแนกประเภทของพันธะโคเวเลนต์ได้	41. การแบ่งพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่ง (เข้าใจ) ก. รูปร่างการเกิดพันธะ ข. ขนาดของพันธะ ค. จำนวนของอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกัน ง. ลักษณะของพันธะ							
42.	บอกความหมายของพันธะโคเวเลนต์แต่ละประเภทได้	42. พันธะเดี่ยว หมายถึงอะไร(ความจำ) ก. อะตอมของธาตุรวมกันอยู่โดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ ข. อะตอมของธาตุใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ ค. อะตอมของธาตุใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่ อะตอม ง. โมเลกุลของธาตุใช้ร่วมกันอยู่ 1 โมเลกุล							
43.	เขียนสูตรสารประกอบโคเวเลนต์ได้	43. ข้อใดคือสูตรเคมีของสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุสมมติ X และ Y (กำหนดเลขอะตอมของ X= 16, Y=17) (ประยุกต์ใช้) ก. $XY_2$ ข. $XY_4$ ค. $X_2Y_3$ ง. XY							
44.	อ่านชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ได้	44. ข้อใดอ่านชื่อโมเลกุลโคเวเลนต์ของสารตามสูตร $N_2O_3$ ได้ถูกต้อง (ประยุกต์ใช้) ก. ไดไนโตรเจนออกไซด์ ข. ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์ ค. ไนโตรเจนไตรออกไซด์ ง. ไนโตรเจนไตรออกซิไซด์							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
45.	บอกสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ได้	45. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ (ความจำ) ก. ละลายน้ำ แล้วได้สารละลายที่นำไฟฟ้าได้ ข. มีหลายสถานะทั้งของแข็ง ของเหลวและก๊าซ ค. สารประกอบบางสารมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง เช่น เพชร ง. เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน							
46.	อธิบายสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ โครงผลึกράงตาข่ายได้	46. สารประกอบโคเวเลนต์ โครงผลึกράงตาข่ายไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ เพราะเหตุใด (ความเข้าใจ) ก. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์ ข. พันธะระหว่างคาร์บอนในแกรไฟต์เป็นพันธะโลหะ ค. เมื่อจับพันธะแล้วยังเหลืออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้อิสระ ง. พันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนไม่แข็งแรง							
47.	ยกตัวอย่างสารประกอบโคเวเลนต์ โครงผลึกράงตาข่ายได้	47. สารในข้อใดจัดเป็นสารสารประกอบโคเวเลนต์ โครงผลึกράงตาข่ายทั้งหมด (ความจำ) ก. เพชร ทองคำ ข. แกรไฟต์ เกลือแกง ค. บั๊กกีบอลล เกลือแกง ง. เพชร แกรไฟต์							

ข้อ	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับข้อสอบ			ความสอดคล้องของข้อสอบกับระดับการวัด			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	+1	0	-1	
48.	อธิบายการเกิดพันธะโลหะได้	48. ข้อใดผิดเกี่ยวกับพันธะโลหะ ก. ความแข็งแรงของพันธะขึ้นอยู่กับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน ข. การนำความร้อนของโลหะเกิดได้โดยการเคลื่อนที่อิสระของอิเล็กตรอน <b>ค. ในโลหะอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสตรงแกนกลางมีอิเล็กตรอนล้อมรอบ</b> ง. โซเดียมมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าโครเมียม							
49.	อธิบายสมบัติของโลหะโดยใช้ข้อมูลของพันธะโลหะได้	49. สมบัติของโลหะในข้อใดอธิบายการตีเป็นแผ่นของโลหะได้ดีที่สุด(ความเข้าใจ) ก. โลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงมาก ข. โลหะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ได้อิสระ ค. อิเล็กตรอนในก้อนโลหะรับและกระจายคลื่นแสงได้ <b>ง. ไอออนบวกและไอออนลบในก้อนโลหะสามารถเลื่อนไหลได้</b>							
50.	สรุปความหมายและประเภทของพันธะเคมีทั้งหมดได้	50. จงเขียนแผนภาพแสดงความหมายและประเภทของพันธะเคมีแต่ละประเภทให้สมบูรณ์(ความจำ)							

### เกณฑ์การให้คะแนน

1. ข้อสอบปรนัย ข้อที่ 1-29 และ ข้อที่ 31-49 ข้อละ 1 คะแนน
2. ข้อสอบอัตนัย ข้อที่ 30 คะแนน 5 คะแนน

ธาตุ	การจัดเรียง อิเล็กตรอนในระดับ พลังงานย่อย	การจัดเรียง อิเล็กตรอนในระดับ พลังงานหลัก	การเกิดเป็น ไอออน	การให้คะแนน
$_{13}\text{Al}$				1 คะแนน
$_{19}\text{K}$				1 คะแนน
$_{34}\text{Se}$				1 คะแนน
$_{53}\text{I}$				1 คะแนน
$_{56}\text{Ba}$				1 คะแนน

3. ข้อสอบอัตนัย ข้อที่ 50 คะแนน 7 คะแนน

#### 3.1 ถ้านักเรียนตอบว่า

พันธะเคมีคือ แรงยึดเหนี่ยวที่อยู่ระหว่างอะตอม ซึ่งทำให้อะตอมต่างๆเข้ามายุบรวมกันเป็นโมเลกุลได้ (1 คะแนน) พันธะไอออนิก คือ แรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ และพันธะไอออนิกมีคุณสมบัติดังนี้ คือ มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงและไม่นำไฟฟ้าในสถานะของแข็ง (2 คะแนน) พันธะโคเวเลนต์ คือ พันธะเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างอะตอมของธาตุอโลหะกับธาตุอโลหะซึ่งเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเป็นคู่ แบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม และพันธะโคเวเลนต์มีคุณสมบัติดังนี้ คือ มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำ และไม่นำไฟฟ้าในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (2 คะแนน) พันธะโลหะ คือ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมภายในก้อนโลหะซึ่งเกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันทั้งหมด และมีสมบัติดังนี้ เป็นแรงยึดเหนี่ยวภายในโมเลกุลที่แข็งแรง เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องยกเว้นปรอท มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง นำไฟฟ้าได้ดี ผิวน้ำมันวาว แข็งและเหนียว สามารถตีเป็นแผ่นได้ (2 คะแนน)

ลงชื่อ .....

( )

ผู้ประเมิน

## แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**คำชี้แจง:** ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ตามหลักเกณฑ์ขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ทฤษฎีขั้นตอนความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (Guilford, 1968) ซึ่งจะกำหนดให้เป็นสถานการณ์จำนวน 4 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยคำถามย่อยแบบปรนัยเพื่อให้นักเรียนดำเนินการครบ 4 องค์ประกอบย่อย โดยนิยามเชิงปฏิบัติการของความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

**ความคิดสร้างสรรค์** หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลกใหม่ กว้างไกล หลายทิศทาง ทำให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งประกอบด้วยความคิด 4 ประการ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

องค์ประกอบย่อย	ตัวบ่งชี้
<b>ความคิดคล่อง</b> หมายถึง ความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มาก	สามารถคิดหาคำตอบได้ในเวลาที่จำกัด และมีปริมาณมาก ในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากคำถามที่กำหนดให้
<b>ความคิดยืดหยุ่น</b> หมายถึง ความสามารถในการคิดได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายกลุ่ม	สามารถคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายกลุ่ม หลายชนิด และคำตอบไม่ได้จัดอยู่ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากคำถามที่กำหนดให้
<b>ความคิดริเริ่ม</b> หมายถึง ความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า	สามารถคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากคำถามที่กำหนดให้
<b>ความคิดละเอียดลออ</b> หมายถึง ความสามารถในการคิดรายละเอียดให้สมบูรณ์ และเห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น	สามารถคิดในรายละเอียดที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ และเห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องจากคำถามที่กำหนดให้

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

วิชาเคมีพื้นฐาน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง: โปรดพิจารณาว่าแบบวัดแต่ละข้อต่อไปนี้มีความตรงเชิงโครงสร้าง ลักษณะการใช้คำถาม ความสอดคล้องกับขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์ และความถูกต้องของภาษา คุณลักษณะและระดับคุณภาพที่ต้องการวัดมีความเหมาะสมหรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดของท่าน ดังนี้

- +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้วัดได้เหมาะสม  
 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้วัดได้เหมาะสมหรือไม่  
 -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนี้วัดได้ไม่เหมาะสม

ลักษณะข้อคำถาม	ผลการประเมินความเหมาะสม			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ถ้าในโลกนี้ไม่มีน้ำ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง พยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลายๆแนวทางให้ได้คำตอบและรายละเอียดมากที่สุด				
2. ในสถานการณ์ปัจจุบันสุขภาพเป็นเรื่องสำคัญ เด็กไทยสมัยใหม่มีปัญหาโรคอ้วน น้ำหนักเกินเกณฑ์ เนื่องจากชอบรับประทานอาหารจำพวกแป้งและไขมัน นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว พยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและคิดให้ได้หลายๆแนวทางเพื่อให้ได้คำตอบและรายละเอียดที่มากที่สุด				
3. เนื่องจากโรงเรียนได้มีการขายไอศกรีม เมื่อนักเรียนรับประทานไอศกรีมแล้วก็จะเหลือไอศกรีมเป็นจำนวนมาก ถ้าเรานำไอศกรีมเหล่านี้มาตัดแปลงเป็นอะไรได้บ้าง พยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ คิดในสิ่งที่คนอื่นคิดไม่ถึง ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น และคิดให้ได้หลายรูปแบบ ให้ได้คำตอบและบอกรายละเอียดให้ลึกซึ้ง และชัดเจนมากที่สุด				
4. สมมุตินักเรียนเดินทางไปติดเกาะ แล้วไปเจอบ้านพักบนเกาะ โดยบ้านพักหลังนี้ภายในห้องครัวมีอุปกรณ์เครื่องใช้ และเครื่องปรุงครบถ้วน แต่อาหารที่มีคือ ไข่กับปลากระป๋อง ให้นักเรียนคิดเมนูอาหารที่สามารถทำขึ้นได้จริง โดยพยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น				

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ประเมิน

**ภาคผนวก ค**

ผลการประเมินความเหมาะสมสอดคล้อง ของผู้เชี่ยวชาญ



**ตารางการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้  
ผนวกการใช้สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว เรื่อง ธาตุและสารประกอบ**

แผนการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ยความ สอดคล้องของ เนื้อหากับ จุดประสงค์	ค่าเฉลี่ยความ สอดคล้องของ กิจกรรมแต่ละ ชั้น	ค่าเฉลี่ยความ สอดคล้องของสื่อที่ ใช้กับสาระสำคัญ	ค่าเฉลี่ยความ สอดคล้องของ คำสั่งที่ใช้กับ สาระสำคัญ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม และอนุภาคมูลฐานของอะตอม	4.67	4.33	3.67	4.00
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัญลักษณ์นิวเคลียร์ เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	4.67	4.33	4.00	4.00
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ตารางธาตุ	4.67	4.33	4.00	4.33
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ของธาตุ	4.67	4.00	4.00	4.33
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ไอออนของธาตุ และสมบัติความเป็น โลหะและอโลหะของธาตุ	4.67	4.67	4.00	4.00
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พันธะไอออนิก	4.67	4.67	4.00	4.33
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์	4.67	4.67	4.00	4.33
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง พันธะโลหะ	4.67	4.67	4.00	4.33

จากตาราง พบว่า ผลการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีขึ้นไป



**ตารางวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้แบบวัดผลสัมฤทธิ์**  
**ทางการเรียน วิชาเคมีรหัสวิชา ว 31121 รายวิชาเคมีพื้นฐาน**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมวิภาวดี อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี**

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. อธิบายแบบจำลองอะตอมของคอลลตันได้	1	+1	+1	+1	1
2. อธิบายแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้	2	+1	+1	+1	1
3. อธิบายแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้	3	+1	+1	+1	1
4. อธิบายแบบจำลองอะตอมของนีลโบร์ได้	4	+1	+1	+1	1
5. ระบุข้อมูลสำคัญจากแบบจำลองอะตอมของคอลลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ดที่นำมาประกอบเป็นแบบจำลองอะตอมของนีลโบร์ได้	5	+1	+1	+1	1
6. ระบุข้อมูลของแบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกเพิ่มเติมจากนีลโบร์ได้	6	+1	+1	+1	1
7. ระบุชนิดของอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้	7	+1	+1	+1	1
8. บอกตำแหน่งของอนุภาคมูลฐานแต่ละชนิดในโครงสร้างของอะตอมได้	8	+1	+1	+1	1
9. บอกความหมายของเลขอะตอมของธาตุได้	9	+1	+1	+1	1
10. บอกความหมายของเลขมวลของธาตุได้	10	+1	+1	+1	1
11. บอกความหมายของสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้	11	+1	+1	+1	1
12. เขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้	12	+1	+1	+1	1
13. ระบุจำนวนอนุภาคโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่กำหนดให้ได้	13	+1	+1	+1	1
14. ระบุจำนวนอนุภาคโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ที่กำหนดให้ได้	14	+1	+1	+1	1
15. บอกความหมายของไอโซโทปได้	15	+1	+1	+1	1
16. ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซโทปได้	16	+1	+1	+1	1
17. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างไอโซโทปและไอโซโทนได้	17	+1	+1	+1	1
18. ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซโทนได้	18	+1	+1	+1	1
19. ยกตัวอย่างธาตุที่เป็นไอโซบาร์ได้	19	+1	+1	+1	1

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
20. บอกหลักการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุตามกฎพีริออดิกได้	20	+1	+1	+1	1
21. บอกความหมายคาบและหมู่ในตารางธาตุได้	21	+1	+1	+1	1
22. ระบุจำนวนคาบและหมู่ของธาตุในตารางธาตุได้	22	+1	+1	+1	1
23. ระบุตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุได้	23	+1	+1	+1	1
24. บอกหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมในระดับพลังงานหลักได้	24	+1	+1	+1	1
25. บอกหลักการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมในระดับพลังงานย่อยได้	25	+1	+1	+1	1
26. ระบุหมู่และคาบของธาตุจากตารางธาตุ ตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลักได้	26	+1	+1	+1	1
27. ระบุหมู่และคาบของธาตุจากตารางธาตุ ตามการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยได้	27	+1	+1	+1	1
28. บอกสาระสำคัญของกฎออกเตตได้	28	+1	+1	+1	1
29. เปรียบเทียบความแตกต่างของไอออนบวกและไอออนลบได้	29	+1	+1	+1	1
30. เขียนแผนภาพแสดงการเกิดไอออนบวกและไอออนลบได้	30	+1	0	+1	0.67
31. บอกสมบัติของโลหะที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยอิเล็กตรอนได้	31	+1	+1	+1	1
32. บอกแนวโน้มความเป็นโลหะและอโลหะของธาตุในตารางธาตุได้	32	+1	+1	+1	1
33. บอกความหมายพันธะไอออนิกได้	33	+1	+1	+1	1
34. อธิบายการเกิดพันธะไอออนิกได้	34	+1	+1	+1	1
35. เขียนแผนภาพแสดงการเกิดไอออนของธาตุที่จะมารวมกันด้วยพันธะไอออนิกได้	35	+1	+1	+1	1
36. เขียนสูตรของสารประกอบไอออนิกได้	36	+1	+1	+1	1
37. อ่านชื่อสารประกอบไอออนิกได้	37	+1	+1	+1	1
38. ยกตัวอย่างสารประกอบของพันธะไอออนิกได้	38	+1	+1	+1	1
39. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิกได้	39	+1	+1	+1	1
40. บอกความหมายพันธะโควาเลนต์ได้	40	+1	+1	+1	1
41. จำแนกประเภทของพันธะโควาเลนต์ได้	41	+1	+1	+1	1
42. บอกความหมายของพันธะโควาเลนต์แต่ละประเภทได้	42	+1	+1	+1	1
43. เขียนสูตรสารประกอบโควาเลนต์ได้	43	+1	+1	+1	1
44. อ่านชื่อสารประกอบโควาเลนต์ได้	44	+1	+1	+1	1

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
45. บอกสมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์ได้	45	+1	+1	+1	1
46. อธิบายสมบัติของสารประกอบ โคเวเลนต์ โครงผลึกร่างตาข่ายได้	46	+1	+1	+1	1
47. ยกตัวอย่างสารประกอบโคเวเลนต์ โครงผลึกร่างตาข่ายได้	47	+1	+1	+1	1
48. อธิบายการเกิดพันธะโลหะได้	48	+1	+1	+1	1
49. อธิบายสมบัติของโลหะโดยใช้ข้อมูลของพันธะโลหะได้	49	+1	+1	+1	1
50. สรุปความหมายและประเภทของพันธะเคมีทั้งหมดได้	50	+1	0	+1	0.67

ตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้แบบวัด  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ข้อสอบทุกข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์ และระดับพฤติกรรมการวัด



ภาคผนวก ง

คำคะแนนทางสถิติจากการทดลองใช้ (Try Out)



ตาราง แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า C.V. ของคะแนนจากการทดลองใช้

(Try Out)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ

ข้อที่	จำนวน เข้าคนสอบ	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	C.V. (%).
1	16	10	0.63	0.50	80.00
2	16	10	0.63	0.50	80.00
3	16	9	0.56	0.51	91.08
4	16	11	0.69	0.48	69.63
5	16	11	0.69	0.48	69.63
6	16	8	0.50	0.52	103.28
7	16	12	0.75	0.45	59.63
8	16	8	0.50	0.52	103.28
9	16	11	0.69	0.48	69.63
10	16	11	0.69	0.48	69.63
11	16	8	0.50	0.52	103.28
12	16	9	0.56	0.51	91.08
13	16	12	0.75	0.45	59.63
14	16	6	0.38	0.50	133.33
15	16	6	0.38	0.50	133.33
16	16	11	0.69	0.48	69.63
17	16	6	0.38	0.50	133.33
18	16	6	0.38	0.50	133.33
19	16	8	0.50	0.52	103.28
20	16	9	0.56	0.51	91.08
21	16	12	0.75	0.45	59.63
22	16	12	0.75	0.45	59.63
23	16	9	0.56	0.51	91.08
24	16	10	0.63	0.50	80.00
25	16	8	0.50	0.52	103.28
26	16	9	0.56	0.51	91.08
27	16	9	0.56	0.51	91.08

ข้อที่	จำนวน เข้าคนสอบ	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	C.V. (%).
28	16	7	0.44	0.51	117.11
29	16	11	0.69	0.48	69.63
30	16	8	0.50	0.52	103.28
31	16	11	0.69	0.48	69.63
32	16	6	0.38	0.50	133.33
33	16	11	0.69	0.48	69.63
34	16	10	0.63	0.50	80.00
35	16	7	0.44	0.51	117.11
36	16	8	0.50	0.52	103.28
37	16	9	0.56	0.51	91.08
38	16	10	0.63	0.50	80.00
39	16	8	0.50	0.52	103.28
40	16	9	0.56	0.51	91.08
41	16	10	0.63	0.50	80.00
42	16	10	0.63	0.50	80.00
43	16	9	0.56	0.51	91.08
44	16	8	0.50	0.52	103.28
45	16	5	0.31	0.48	153.19
46	16	6	0.38	0.50	133.33
47	16	10	0.63	0.50	80.00
48	16	7	0.44	0.51	117.11
49	16	6	0.38	0.50	133.33
50	16	11	0.69	0.48	69.63

ตารางแสดงการตอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี รายข้อ

ข้อ/คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	รวม
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	10
2	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	10
3	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	9
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	11
5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	11
6	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	8
7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	12
8	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	8
9	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	11
10	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	11
11	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	8
12	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	9
13	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	12
14	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6
15	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	6
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	11
17	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	6
18	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	6
19	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	8
20	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	9
21	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	12
22	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	12
23	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	9
24	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	10
25	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	8
26	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	9

27	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	9
28	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	7
29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	11
30	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	8
31	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	11
32	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	6
33	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	11
34	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	10
35	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	7
36	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	8
37	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	9
38	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	10
39	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	8
40	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	9
41	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	10
42	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	10
43	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	9
44	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	8
45	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
46	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6
47	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	10
48	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	7
49	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6
50	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	11
รวม	35	34	40	38	34	34	38	40	22	25	18	22	16	20	12	20



ตารางที่ 2 แสดงค่า  $p$  และ  $q$  รายชื่อของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาเคมี  
เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จากการทดลองใช้ (Try Out)

ข้อที่	จำนวนคน ตอบถูก	จำนวนคน ตอบผิด	$p_i$	$q_i$	$p_i q_i$
1	10	6	0.63	0.38	0.23
2	10	6	0.63	0.38	0.23
3	9	7	0.56	0.44	0.25
4	11	5	0.69	0.31	0.21
5	11	5	0.69	0.31	0.21
6	8	8	0.50	0.50	0.25
7	12	4	0.75	0.25	0.19
8	8	8	0.50	0.50	0.25
9	11	5	0.69	0.31	0.21
10	11	5	0.69	0.31	0.21
11	8	8	0.50	0.50	0.25
12	9	7	0.56	0.44	0.25
13	12	4	0.75	0.25	0.19
14	6	10	0.38	0.63	0.23
15	6	10	0.38	0.63	0.23
16	11	5	0.69	0.31	0.21
17	6	10	0.38	0.63	0.23
18	6	10	0.38	0.63	0.23
19	8	8	0.50	0.50	0.25
20	9	9	0.56	0.56	0.32
21	12	4	0.75	0.25	0.19
22	12	4	0.75	0.25	0.19
23	9	7	0.56	0.44	0.25
24	10	6	0.63	0.38	0.23
25	8	8	0.50	0.50	0.25
26	9	7	0.56	0.44	0.25
27	9	7	0.56	0.44	0.25
28	7	9	0.44	0.56	0.25

ข้อที่	จำนวนคน ตอบถูก	จำนวนคน ตอบผิด	$P_i$	$Q_i$	$P_i Q_i$
29	11	5	0.69	0.31	0.21
30	8	8	0.50	0.50	0.25
31	11	5	0.69	0.31	0.21
32	6	10	0.38	0.63	0.23
33	11	5	0.69	0.31	0.21
34	10	6	0.63	0.38	0.23
35	7	9	0.44	0.56	0.25
36	8	8	0.50	0.50	0.25
37	9	7	0.56	0.44	0.25
38	10	6	0.63	0.38	0.23
39	8	8	0.50	0.50	0.25
40	9	7	0.56	0.44	0.25
41	10	6	0.63	0.38	0.23
42	10	6	0.63	0.38	0.23
43	9	7	0.56	0.44	0.25
44	8	8	0.50	0.50	0.25
45	5	11	0.31	0.69	0.21
46	6	10	0.38	0.63	0.23
47	10	6	0.63	0.38	0.23
48	7	9	0.44	0.56	0.25
49	6	10	0.38	0.63	0.23
50	11	5	0.69	0.31	0.21

ตาราง แสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน เรื่อง ชาติและสารประกอบ จากการทดลองใช้ (Try Out)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.63	0.50	26	0.56	0.38
2	0.63	0.50	27	0.56	0.63
3	0.56	0.38	28	0.44	0.38
4	0.69	0.38	29	0.69	0.38
5	0.69	0.38	30	0.50	0.25
6	0.50	0.25	31	0.69	0.38
7	0.75	0.25	32	0.38	0.25
8	0.50	0.25	33	0.69	0.38
9	0.69	0.38	34	0.63	0.25
10	0.69	0.38	35	0.44	0.38
11	0.50	0.25	36	0.50	0.25
12	0.56	0.38	37	0.56	0.38
13	0.75	0.25	38	0.63	0.50
14	0.38	0.50	39	0.50	0.25
15	0.38	0.25	40	0.56	0.38
16	0.69	0.38	41	0.63	0.50
17	0.38	0.25	42	0.63	0.25
18	0.38	0.50	43	0.56	0.38
19	0.50	0.25	44	0.50	0.25
20	0.56	0.38	45	0.31	0.38
21	0.75	0.25	46	0.38	0.25
22	0.75	0.25	47	0.63	0.25
23	0.56	0.63	48	0.44	0.38
24	0.63	0.25	49	0.38	0.25
25	0.50	0.25	50	0.69	0.38

ตาราง แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและ  
สารประกอบจากการทดลองใช้ (Try Out)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	35	1225	9	22	484
2	34	1156	10	25	625
3	40	1600	11	18	324
4	38	1444	12	22	484
5	34	1156	13	16	256
6	34	1156	14	20	400
7	38	1444	15	12	144
8	40	1600	16	20	400

$$\sum X = 448$$

$$\sum X^2 = 13,898$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จากการทดลองใช้ (Try Out) โดยใช้สูตร KR-20

จากสูตร KR – 20

$$KR - 20r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

n คือ จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่งๆ

q คือ สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ

$S_t^2$  คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

แทนค่า

$$KR - 20r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{50}{50-1} \left( 1 - \frac{11.69}{84.63} \right)$$

$$r_{tt} = 0.88$$

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ จากการทดลองใช้ (Try Out) โดยใช้สูตร KR-20 นั้นค่าความเที่ยง (Reliability) ที่งบบั้เป็น 0.88

ตาราง แสดงการหาค่าค่าความยาก (P) ค่าอำนาจการจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $\alpha$ )  
ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

คนที่	ข้อที่				คะแนนรวม (X)	X <sup>2</sup>
	1	2	3	4		
1	8	8	10	9	35	1,225
2	8	10	9	10	37	1,369
3	7	8	10	8	33	1,089
4	7	10	8	10	35	1,225
5	6	5	4	7	22	484
6	7	7	5	6	25	625
7	5	5	6	7	23	529
8	6	6	6	5	23	529
9	5	5	5	7	22	484
10	7	5	4	7	23	529
11	8	6	5	6	25	625
12	7	5	6	7	25	625
13	6	6	4	5	21	441
14	4	5	4	5	18	324
15	4	5	4	6	19	361
16	5	5	4	6	20	400
S <sup>2</sup> <sub>i</sub>	1.69	2.96	4.48	2.43	$\sum X=406$	$\sum X^2=10,864$

ตารางแสดงค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์

จากการทดลองใช้ (Try Out)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.35	0.34
2	0.46	0.47
3	0.40	0.66
4	0.49	0.47



## วิเคราะห์ความเที่ยงของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำนวณค่า  $S^2$ 

จากสูตร 
$$S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{16(10864) - (406)^2}{16(16-1)}$$

$$S^2 = 35.11$$

$$\sum Si^2 = 11.57$$

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum Si^2}{S^2} \right]$$

$$= \frac{4}{4-1} \left[ 1 - \frac{11.57}{35.11} \right]$$

$$\alpha = 0.89$$

ความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เท่ากับ 0.89





**ภาคผนวก จ**

ค่าคะแนนทางสถิติที่คำนวณของกลุ่มทดลอง

ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี  
เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ของกลุ่มทดลอง

คนที่	กลุ่มทดลอง
1	45
2	35
3	42
4	35
5	37
6	37
7	40
8	36
9	43
10	37
11	40
12	37
13	39
14	35
15	43
16	39
17	38
18	39
19	36
20	40
21	38
22	40

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบ

การทดสอบค่า t-test Independent โดยโปรแกรม SPSS version 21

t-test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Pre-test	37.50	22	0.00
	Posttest	38.68	22	2.78

Paired Samples Test

		Paired Differences			t	df	Sig.(2-tailed)	Sig.(1-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1	Posttest - Pretest	1.18	2.78	0.59	1.9910	21	0.0596	0.0298



**ตารางแสดงคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**  
**แยกตามองค์ประกอบ 4 ด้าน**

คนที่	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์							
	คิดคล่อง		คิดยืดหยุ่น		คิดริเริ่ม		คิดละเอียดลออ	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	8	12	7	9	6	10	7	9
2	6	10	5	8	4	9	5	9
3	8	10	7	10	7	10	7	10
4	10	12	8	10	7	11	8	11
5	9	10	8	7	8	7	7	8
6	7	8	5	7	6	7	6	6
7	8	11	7	8	7	9	7	8
8	11	12	8	11	8	10	9	11
9	8	11	6	9	7	11	7	10
10	8	9	7	7	7	8	7	8
11	9	10	9	8	8	10	7	8
12	7	12	6	10	6	10	6	11
13	7	12	7	9	7	12	7	11
14	8	10	8	10	7	10	7	10
15	7	11	7	8	7	9	6	8
16	10	10	8	9	10	9	8	8
17	8	11	7	8	7	11	7	9
18	9	10	7	9	8	10	6	10
19	7	12	7	10	5	11	6	11
20	10	10	8	9	9	9	9	8
21	8	11	8	9	8	11	8	9
22	6	9	6	8	6	9	6	8

ตารางแสดงคะแนนรวมแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	กลุ่มทดลอง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	28	40
2	20	36
3	29	40
4	33	44
5	32	32
6	24	28
7	29	36
8	36	44
9	28	41
10	29	32
11	33	36
12	25	43
13	28	44
14	30	40
15	27	36
16	36	36
17	29	39
18	30	39
19	25	44
20	36	36
21	32	40
22	24	36

**ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์**  
**การทดสอบค่า t-test Independent โดยโปรแกรม SPSS version 21**

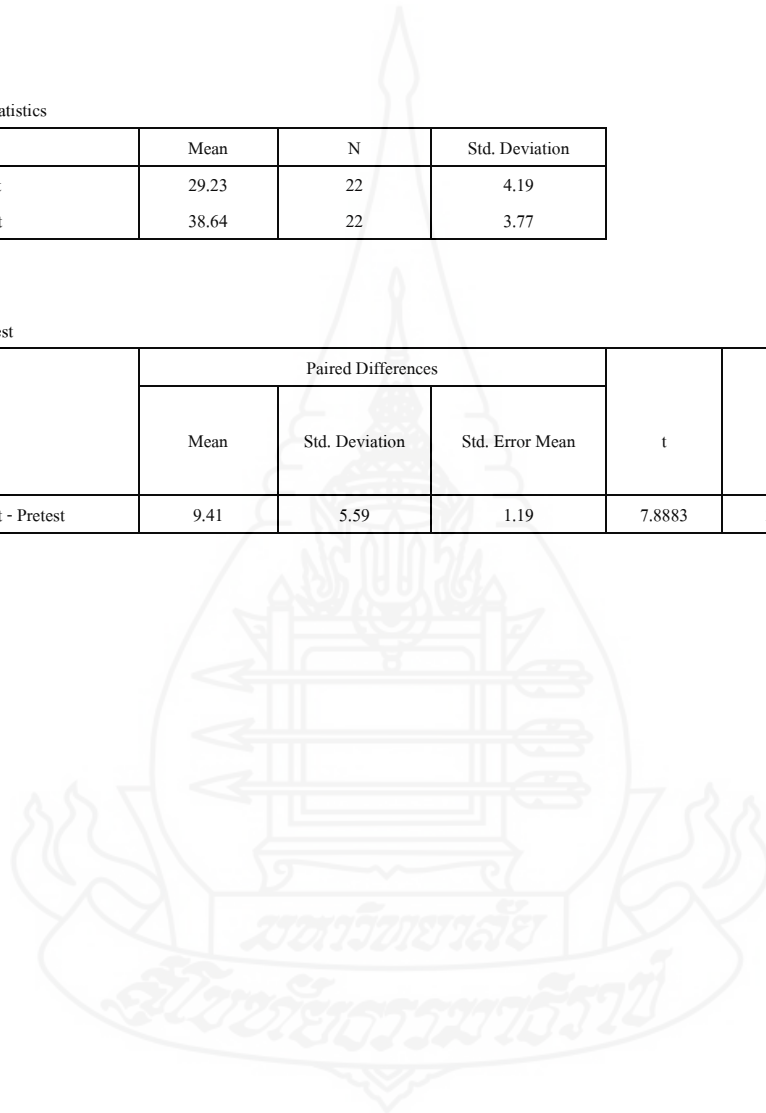
t-test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation
Pair 1 Pre-test	29.23	22	4.19
Posttest	38.64	22	3.77

Paired Samples Test

	Paired Differences			t	df	Sig.(2-tailed)	Sig.(1-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1 Posttest - Pretest	9.41	5.59	1.19	7.8883	21	0.0000	0.0000





ภาคผนวก ฉ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิชา ว 31121 เคมีพื้นฐาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย × หน้าข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. แบบจำลองอะตอมของคอลลันเป็นอย่างไร

ก. ทรงกลมตัน

ข. ทรงกลมกลวง

ค. ทรงกลมมีช่องตรงกลาง

ง. ทรงกลมผิวขรุขระ

2. ข้อใดกล่าวถึงแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้ถูกต้อง

ก. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม

ข. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปใน อะตอม

ค. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปใน อะตอมในสภาพที่เป็น ไม่กกลางทางไฟฟ้าจะมี จำนวนประจุบวกไม่เท่ากับจำนวนประจุลบ

ง. อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอม ซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไปใน อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมี จำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุ

3. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ก. โปรตอนและอิเล็กตรอนรวมกันเป็นนิวเคลียสของอะตอม

ข. นิวเคลียสมีขนาดเล็กมากและมีมวลมากภายในประกอบด้วยอนุภาค โปรตอน

ค. นิวเคลียสเป็นกลางทางไฟฟ้าเพราะประจุของโปรตอนกับของอิเล็กตรอนเท่ากัน

ง. อะตอมของธาตุประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและอิเล็กตรอนกระจัดกระจายอยู่ภายในตัวเท่ากัน

4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของนิลส์ โบว์

ก. อิเล็กตรอนไม่เคลื่อนที่ แต่อยู่เฉพาะที่

ข. อิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 1 จะมีพลังงานมากที่สุด

ค. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส ในระดับพลังงานที่มีค่าเฉพาะตัว

ง. อิเล็กตรอนที่อยู่ในระดับพลังงานใกล้นิวเคลียสที่สุดจะมีพลังงานสูงสุด



## 5. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน คืออะตอมที่นิวเคลียสมีโปรตอนรวมกันอยู่ตรงกลาง และมีอิเล็กตรอนวิ่งรอบนิวเคลียส

ข. แบบจำลองอะตอมของดอลตัน คืออะตอมที่มีลักษณะเป็นทรงกลม มีอิเล็กตรอนและโปรตอนกระจายอยู่ทั่วไปในทรงกลมนั้น

**ค. แบบจำลองอะตอมของโบร์ คือ อิเล็กตรอนอยู่รอบนิวเคลียสจะ โคจรอยู่เป็นชั้นเหมือนดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาล**

ง. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด คือ อะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมขนาดเล็กมาก และไม่สามารถแบ่งได้อีก

## 6. สิ่งใดที่เป็นข้อแตกต่างระหว่างแบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอกกับนิลโบร์

ก. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียส

**ข. โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอน และจึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนได้**

ค. อิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสมากที่สุดจะเรียกว่าระดับพลังงานต่ำสุด

ง. อิเล็กตรอนที่อยู่ไกลนิวเคลียสมากที่สุดจะเรียกว่าระดับพลังงานสูงสุด

## 7. อนุภาคมูลฐานของอะตอมประกอบด้วยอะไรบ้าง

ก. โฟตอน โปรตอน นิวตรอน

ข. โฟตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน

ค. โปรตอน โฟตอน อิเล็กตรอน

**ง. โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน**

## 8. ในนิวเคลียสของธาตุเป็นที่อยู่ของอนุภาคใด

ก. โปรตอน กับ อิเล็กตรอน

ข. อิเล็กตรอน กับ นิวตรอน

**ค. โปรตอน กับ นิวตรอน**

ง. โปรตอน กับ โพซิตรอน

## 9. เลขอะตอมของธาตุ คือข้อใด

ก. จำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ

**ข. จำนวนโปรตอนในอะตอมของธาตุ**

ค. จำนวนนิวตรอนในอะตอมของธาตุ

ง. จำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในอะตอมของธาตุ

## 10. ข้อใดบอกความหมายของเลขมวลได้ถูกต้อง

ก. จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม

ข. มวลรวมของนิวตรอนโปรตอน และอิเล็กตรอนในอะตอม

**ค. มวลรวมของนิวตรอนและโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม**

ง. มวลรวมของโปรตอน และอิเล็กตรอนในนิวเคลียสของอะตอม

11.  ${}^Z_A X$  จงบอกความหมายของตัวอักษรต่อไปนี้

- ก. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ  
A คือ เลขมวล  
Z คือ เลขประจุ
- ข. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ  
A คือ เลขประจุ  
Z คือ จำนวนอะตอม
- ค. X คือ เลขอะตอม  
A คือ สัญลักษณ์ธาตุ  
Z คือ เลขประจุ
- ง. X คือ สัญลักษณ์ธาตุ  
A คือ เลขอะตอม  
Z คือ เลขมวล

12. ธาตุ X มี 80 อิเล็กตรอนและ 130 นิวตรอน ข้อใดเขียนสัญลักษณ์นิวเคลียร์ถูกต้อง

ก.  ${}^{210}_{80}X$

ข.  ${}^{130}_{80}X$

ค.  ${}^{80}_{130}X$

ง.  ${}^{210}_{130}X$

13. จากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ  ${}^{13}_{13}A$  ข้อใดถูกต้อง

- ก. โปรตอน 13 , อิเล็กตรอน 13 , นิวตรอน 13
- ข. โปรตอน 14 , อิเล็กตรอน 14 , นิวตรอน 13
- ค. โปรตอน 13 , อิเล็กตรอน 13 , นิวตรอน 14
- ง. โปรตอน 14 , อิเล็กตรอน 14 , นิวตรอน 13

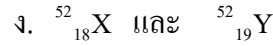
14. สัญลักษณ์นิวเคลียร์  ${}^{12}_6C$  แสดงว่านิวเคลียสของคาร์บอนนี้มีอนุภาคตามข้อใด

- ก. โปรตอน 12 , นิวตรอน 6
- ข. โปรตอน 6 , นิวตรอน 6
- ค. โปรตอน 6 , อิเล็กตรอน 6
- ง. ถูกทั้งข้อ 2. และ 3.

15. ข้อใดอธิบายความหมายไอโซโทปของธาตุได้ถูกต้อง

- ก. ธาตุชนิดเดียวกัน เลขมวลเหมือนกันแต่เลขอะตอมต่างกัน
- ข. ธาตุชนิดเดียวกันมีประจุในนิวเคลียสเหมือนกันแต่เลขมวลต่างกัน
- ค. ธาตุต่างชนิดกันมีเลขอะตอมเหมือนกันแต่เลขมวลต่างกัน
- ง. ธาตุต่างชนิดกันมีประจุในนิวเคลียสเหมือนกันแต่เลขมวลต่างกัน

16. ธาตุในข้อใดเป็น Isotope กัน



17 ข้อใดกล่าวถึงไอโซโทป และไอโซโทนได้ถูกต้อง

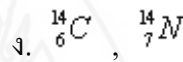
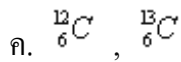
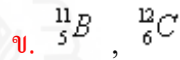
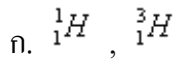
ก. ไอโซโทป เป็นธาตุต่างชนิดกัน ที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุต่างชนิดกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน

ข. ไอโซโทป เป็นธาตุชนิดเดียวกันที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุชนิดเดียวกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน

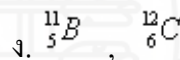
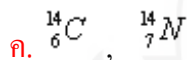
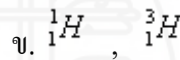
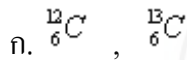
ค. ไอโซโทป เป็นธาตุชนิดเดียวกันที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุต่างชนิดกัน แต่มีนิวตรอนเท่ากัน

ง. ไอโซโทป เป็นธาตุชนิดเดียวกัน ที่มีโปรตอนเท่ากัน แต่ไอโซโทน เป็นธาตุต่างชนิดกัน แต่มีโปรตรอนเท่ากัน

18. ข้อใดคือไอโซโทน



19. ข้อใดคือไอโซบาร์



20. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ กฎฟิร็อดิก

ก. การจัดธาตุเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 ธาตุตามสมบัติที่คล้ายคลึงกัน

ข. การเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปมากจะพบว่าธาตุมีคุณสมบัติคล้ายกันเป็นช่วงๆ

ค. การเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปมากพบว่าธาตุที่ 8 จะมีสมบัติเหมือนกับธาตุที่ 1 เสมอ

ง. การจัดเรียงธาตุโดยแบ่งเป็นโลหะกับอโลหะ

21. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ธาตุในแนวตั้งเรียกว่าคาบ และธาตุในแนวนอนเรียกว่าหมู่

ข. ธาตุในแนวตั้งเรียกว่า หมู่ และธาตุในแนวนอนเรียกว่า คาบ

ค. Li Na K เป็นธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน

ง. CNO เป็นธาตุที่อยู่หมู่เดียวกัน

22. ตารางธาตุในปัจจุบัน มีจำนวนหมู่และคาบเท่าใด

ก. 16 หมู่ 7 คาบ

ข. 16 หมู่ 8 คาบ

ค. 18 หมู่ 7 คาบ

ง. 18 หมู่ 8 คาบ

23. ธาตุ A มีเลขอะตอม 33 ธาตุอยู่หมู่และคาบใด

ก. หมู่ 4 คาบ 5

ข. หมู่ 5 คาบ 3

ค. หมู่ 5 คาบ 5

ง. หมู่ 5 คาบ 4

24. ข้อใดต้องใช้ในการกำหนดจำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก

ก.  $2n$

ข.  $n^2$

ค.  $2n^2$

ง.  $3n^2$

25. ข้อใดเป็นการจัดอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อยของ  $_{10}\text{Ne}$

ก.  $1s^2 2s^2 2p^6$

ข.  $1s^2 2s^2 3s^2 3p^4$

ค.  $1s^2 2s^2 3s^1 3p^4$

ง.  $1s^2 2s^2 3p^5 3s^1$

26. ธาตุ X มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเป็น 2,8,18,8,6 ข้อใดถูกต้อง

ก. ธาตุดังกล่าวอยู่ หมู่ที่ 6 คาบที่ 6

ข. ธาตุดังกล่าวอยู่ หมู่ที่ 6 คาบที่ 5

ค. ธาตุดังกล่าวอยู่ หมู่ที่ 5 คาบที่ 6

ง. ธาตุดังกล่าวอยู่ หมู่ที่ 6 คาบที่ 8

27. ธาตุ A มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนดังนี้

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  ธาตุนี้อยู่หมู่และคาบใด

ก. ธาตุ A อยู่ หมู่ที่ 6 คาบที่ 1

ข. ธาตุ A อยู่ หมู่ที่ 4 คาบที่ 1

ค. ธาตุ A อยู่ หมู่ที่ 1 คาบที่ 6

ง. ธาตุ A อยู่ หมู่ที่ 1 คาบที่ 4

28. การที่อะตอมพยายามปรับตัวเองให้อยู่ในสภาพเสถียร โดยทำให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดเท่ากับ 8 เป็นหลักสำคัญของกฎใด

ก. ออกซิเดชัน

ข. ออกเตต

ค. โคเวเลนต์

ง. ไอออนิก

29. จากข้อมูลต่อไปนี้ข้อใดแสดงความเป็นไอออนที่ต่างชนิดจากข้ออื่น

ก. โปรตอน = 12 นิวตรอน = 13 อิเล็กตรอน = 14

ข. โปรตอน = 15 นิวตรอน = 16 อิเล็กตรอน = 15

ค. โปรตอน = 20 นิวตรอน = 20 อิเล็กตรอน = 18

ง. โปรตอน = 11 นิวตรอน = 13 อิเล็กตรอน = 11

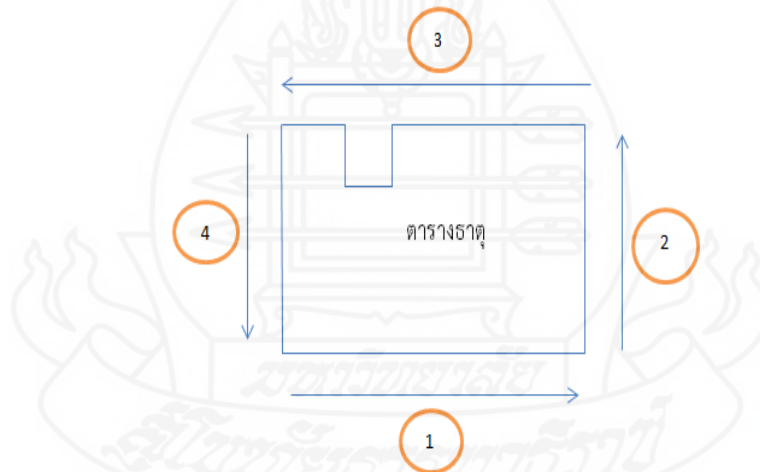
30. จงเติมข้อความให้สมบูรณ์

ธาตุ	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานย่อย	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก	การเกิดเป็นไอออน
$_{13}\text{Al}$			
$_{19}\text{K}$			
$_{34}\text{S}$			
$_{53}\text{I}$			
$_{56}\text{B}$			

31. สมบัติข้อใดของโลหะที่มีอิทธิพลมาจากความสามารถในการปลดปล่อยอิเล็กตรอนได้

- ก. นำความร้อนได้      ข. นำไฟฟ้าได้ดี  
 ค. ดีเป็นแผ่นได้      ง. จุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง

32. ข้อใดแสดงแนวโน้มความเป็นอโลหะจากน้อยไปมากได้ถูกต้อง



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

33. ข้อใดกล่าวถึงพันธะไอออนิกได้ถูกต้อง

- ก. เป็นพันธะที่มีทิศทางที่แน่นอนและเป็น โมเลกุลเดี่ยวขนาดเล็ก  
 ข. เกิดจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกัน  
 ค. อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระระหว่างอะตอมต่างๆ  
 ง. เป็นแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างไอออนบวกและไอออนลบ

34. ข้อใดถูกเกี่ยวกับพันธะไอออนิก

ก. การใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน

ข. เกิดจากแรงดึงดูดทางไฟฟ้า

ค. จุดเดือดจุดหลอมเหลวต่ำมาก

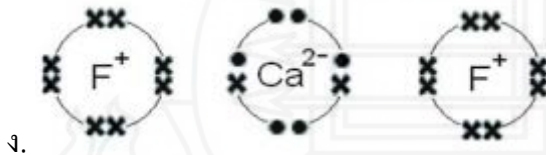
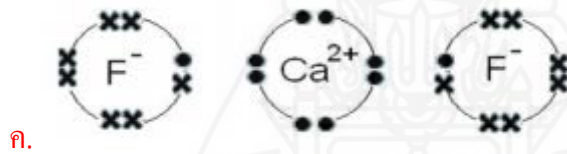
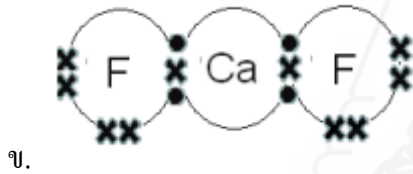
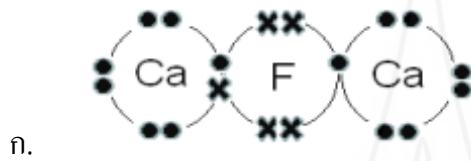
ง. หน่วยเล็กเรียกว่า “โมเลกุล”

35. ข้อใดแสดงการเกิดสารประกอบแคลเซียมฟลูออไรด์ได้ถูกต้อง

กำหนดให้ • แทน เวเลนซ์อิเล็กตรอนของแคลเซียม

X แทน เวเลนซ์อิเล็กตรอนของฟลูออรีน

เลขอะตอมของ F และ Ca เท่ากับ 9 และ 20 ตามลำดับ



36. ข้อใดเขียนสูตรสารประกอบของ  $_{12}\text{Mg}$  กับ  $_{17}\text{Cl}$  ได้ถูกต้อง

ก.  $\text{MgCl}_2$

ข.  $\text{Mg}_2\text{Cl}$

ค.  $\text{MgCl}$

ง.  $\text{MgCl}_3$

37. ข้อใดอ่านชื่อสารประกอบไอออนิกผิด

ก.  $\text{NaF}$  – โซเดียมฟลูออไรด์

ข.  $\text{KCl}$  – แคลเซียมคลอไรด์

ค.  $\text{NaCl}$  – โซเดียมคลอไรด์

ง.  $\text{LiI}$  – ลิเทียมไอโอไดด์

38. ข้อใดต่อไปนี้สามารถรวมกันเป็นโมเลกุลได้โดยใช้พันธะไอออนิก

ก.  $_{19}\text{K}$  กับ  $_{20}\text{Ca}$

ข.  $_{19}\text{K}$  กับ  $_{17}\text{Cl}$

ค.  $_{6}\text{C}$  กับ  $_{17}\text{Cl}$

ง.  $_{1}\text{H}$  กับ  $_{8}\text{O}$

39. ข้อใดเป็นสมบัติที่แสดงว่าโซเดียมคลอไรด์เป็นสารประกอบไอออนิก
- ก. โซเดียมคลอไรด์มีสถานะเป็นของแข็ง มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง  
 ข. โซเดียมคลอไรด์สามารถละลายน้ำได้  
**ค. โซเดียมคลอไรด์เมื่อละลายน้ำแล้วนำไฟฟ้าได้**  
 ง. โซเดียมคลอไรด์ไม่นำไฟฟ้า
40. ข้อใดกล่าวถึงพันธะโคเวเลนต์ได้ถูกต้อง
- ก. เกิดจากโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน  
 ข. เกิดจากโลหะใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน  
 ค. เกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอนให้กับอโลหะ  
 ง. เกิดจากอโลหะเสียอิเล็กตรอนให้กับ
41. การแบ่งพันธะโคเวเลนต์เป็นพันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่ง
- ก. รูปร่างการเกิดพันธะ  
 ข. ขนาดของพันธะ  
**ค. จำนวนของอิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกัน**  
 ง. ลักษณะของพันธะ
42. พันธะเดี่ยว หมายถึงอะไร
- ก. อะตอมของธาตุรวมกันอยู่โดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่  
**ข. อะตอมของธาตุใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่**  
 ค. อะตอมของธาตุใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน 1 คู่อะตอม  
 ง. โมเลกุลของธาตุใช้ร่วมกันอยู่ 1 โมเลกุล
43. ข้อใดคือสูตรเคมีของสารประกอบโคเวเลนต์ที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุสมมติ X และ Y (กำหนดเลขอะตอมของ X= 16, Y=17)
- ก.  $XY_2$       ข.  $XY_4$       ค.  $X_2Y_3$       ง. XY
44. ข้อใดอ่านชื่อโมเลกุลโคเวเลนต์ของสารตามสูตร  $N_2O_3$  ได้ถูกต้อง
- ก. ไดไนโตรเจนออกไซด์      **ข. ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์**  
 ค. ไนโตรเจนไตรออกไซด์      ง. ไดไนโตรเจนไตรออกไซด์
45. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของสารประกอบโคเวเลนต์
- ก. ละลายน้ำ แล้วได้สารละลายที่นำไฟฟ้าได้**  
 ข. มีหลายสถานะทั้งของแข็ง ของเหลวและก๊าซ  
 ค. สารประกอบบางสารมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูง เช่น เพชร  
 ง. เกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน
46. สารประกอบโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นแกรไฟต์นำไฟฟ้าได้ เพราะเหตุใด
- ก. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์  
 ข. พันธะระหว่างคาร์บอนในแกรไฟต์เป็นพันธะโลหะ

ค. เมื่อจับพันธะแล้วยังเหลืออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้อิสระ

ง. พันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนไม่แข็งแรง

47. สารในข้อใดจัดเป็นสารประกอบโควาเลนต์โครงผลึกράตาข่ายทั้งหมด

ก. เพชร ทองคำ

ข. แกรไฟต์ เกลือแกง

ค. บั๊กกีบอล เกลือแกง

ง. เพชร แกรไฟต์

48. ข้อใดผิดเกี่ยวกับพันธะโลหะ

ก. ความแข็งแรงของพันธะขึ้นอยู่กับจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอน

ข. การนำความร้อนของโลหะเกิดได้โดยการเคลื่อนที่อิสระของอิเล็กตรอน

ค. ในโลหะอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสตรงแกนกลางมีอิเล็กตรอนล้อมรอบ

ง. โซเดียมมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าโครเมียม

49. สมบัติของโลหะในข้อใดอธิบายการตีเป็นแผ่นของโลหะได้ดีที่สุด

ก. โลหะมีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงมาก

ข. โลหะมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ได้อิสระ

ค. อิเล็กตรอนในก้อนโลหะรับและกระจายคลื่นแสงได้

ง. ไอออนบวกและไอออนลบในก้อนโลหะสามารถเลื่อนไถลได้

50. จงเขียนแผนภาพแสดงความหมายและประเภทของพันธะเคมีแต่ละประเภทให้สมบูรณ์



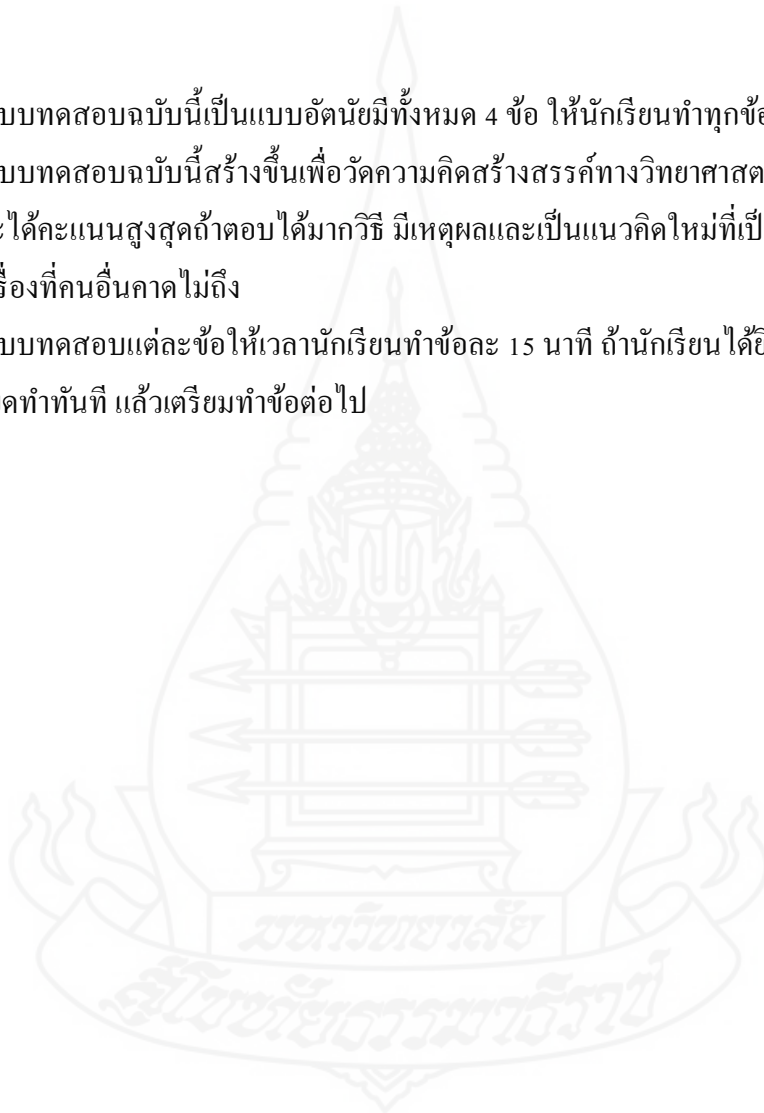


**แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**  
**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

ชื่อ .....เลขที่ .....ห้อง .....

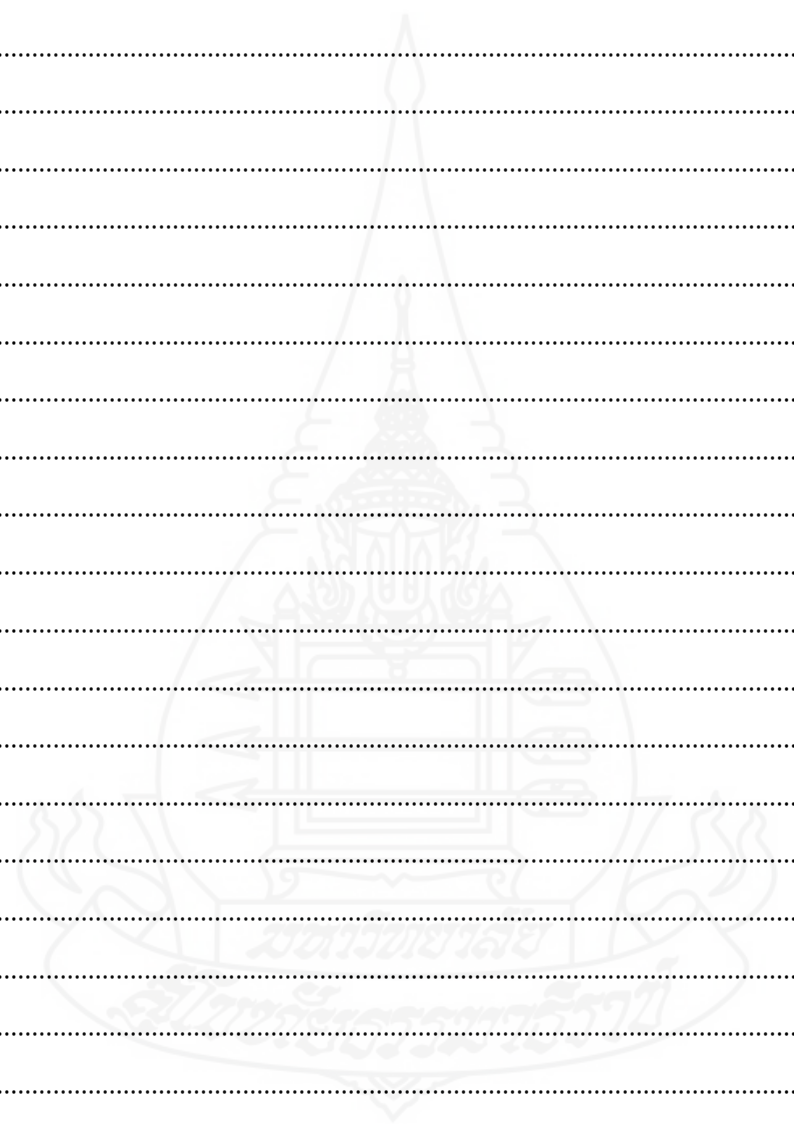
**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยมีทั้งหมด 4 ข้อ ให้นักเรียนทำทุกข้อ
2. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนจะได้คะแนนสูงสุดถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเอง หรือตอบเรื่องที่คนอื่นคาดไม่ถึง
3. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 15 นาที ถ้านักเรียนได้ยื่นสัญญาณหมดเวลาให้หยุดทำทันที แล้วเตรียมทำข้อต่อไป



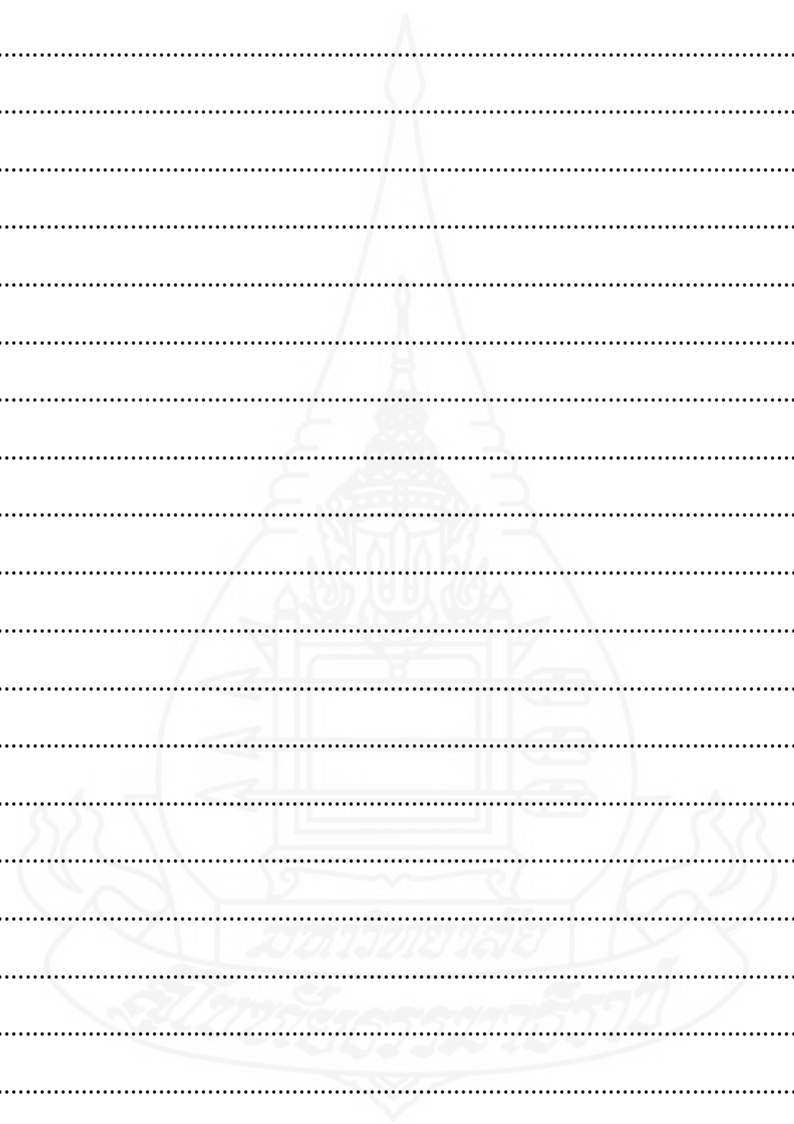
1. ถ้าในโลกนี้ไม่มีน้ำ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง พยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลายๆแนวทางให้ได้คำตอบและรายละเอียดมากที่สุด

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....
- 6. ....
- 7. ....
- 8. ....
- 9. ....
- 10. ....
- 11. ....
- 12. ....
- 13. ....
- 14. ....
- 15. ....
- 16. ....
- 17. ....
- 18. ....
- 19. ....
- 20. ....
- 21. ....
- 22. ....
- 23. ....
- 24. ....
- 25. ....



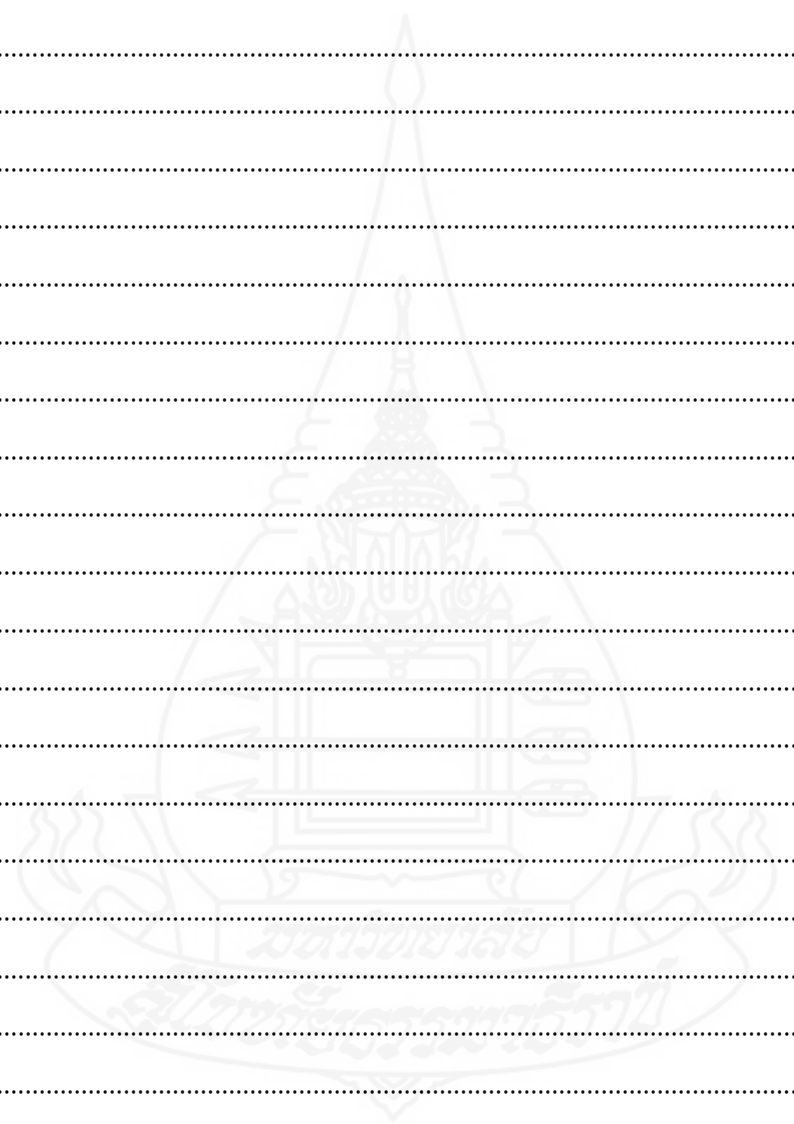
2. ในสถานการณ์ปัจจุบันสุขภาพเป็นเรื่องสำคัญ เด็กไทยสมัยใหม่มีปัญหาโรคอ้วน น้ำหนักเกินเกณฑ์ เนื่องจากชอบรับประทานอาหารจำพวกแป้งและไขมัน นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว พยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและคิดให้ได้หลายๆแนวทางเพื่อให้ได้คำตอบและรายละเอียดที่มากที่สุด

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....
10. ....
11. ....
12. ....
13. ....
14. ....
15. ....
16. ....
17. ....
18. ....
19. ....
20. ....
21. ....
22. ....
23. ....
24. ....
25. ....



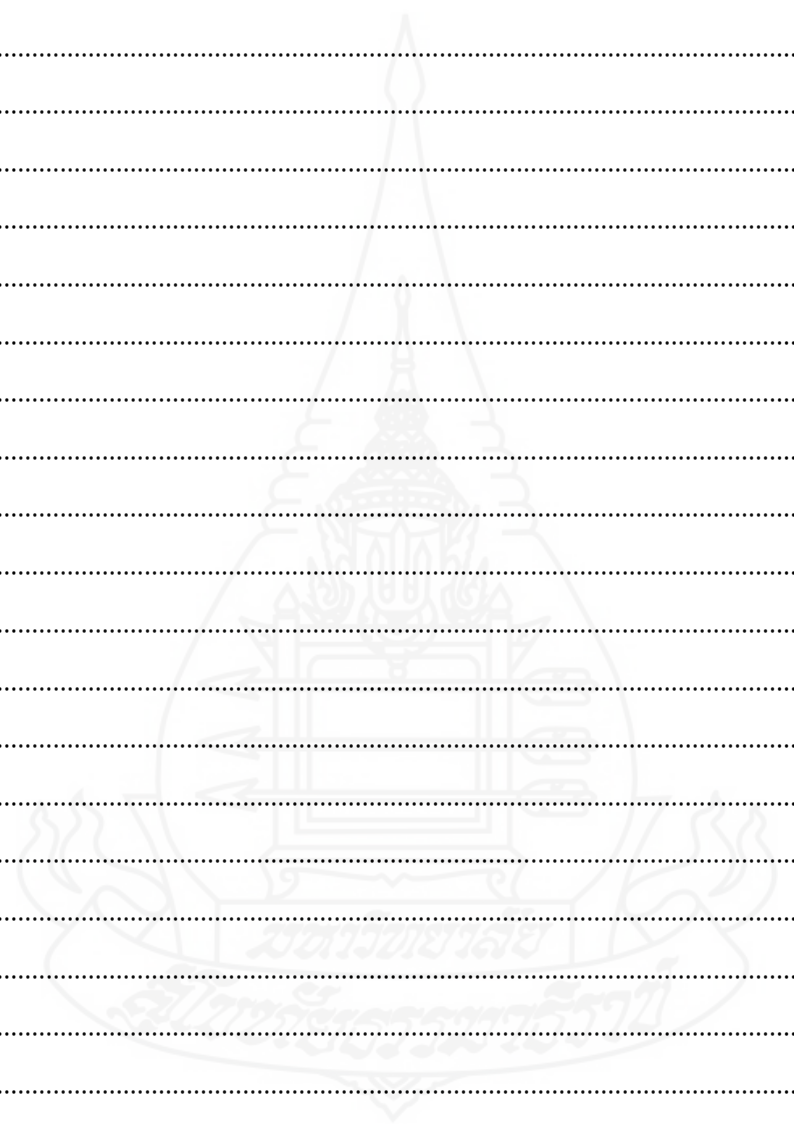
3. เนื่องจากโรงเรียนได้มีการขายไอศกรีม เมื่อนักเรียนรับประทานไอศกรีมแล้วก็จะเหลือไอศกรีมเป็นจำนวนมาก ถ้าเรานำไอศกรีมเหล่านี้มาดัดแปลงเป็นอะไรได้บ้าง พยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ คิดในสิ่งที่คนอื่นคิดไม่ถึง ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น และคิดให้ได้หลายรูปแบบให้ได้คำตอบและบอกรายละเอียดให้ลึกซึ้ง และชัดเจนมากที่สุด

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....
10. ....
11. ....
12. ....
13. ....
14. ....
15. ....
16. ....
17. ....
18. ....
19. ....
20. ....
21. ....
22. ....
23. ....
24. ....
25. ....



4. สมมุตินักเรียนเดินทางไปติดเกาะ แล้วไปเจอบ้านพักบนเกาะ โดยบ้านพักหลังนี้ภายในห้องครัวมีอุปกรณ์เครื่องใช้ และเครื่องปรุงครบถ้วน แต่อาหารที่มีคือ ไข่ ผัก และปลากระป๋อง ให้นักเรียนคิดเมนูอาหารที่สามารถทำขึ้นได้จริง โดยพยายามคิดคำตอบให้แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....
7. ....
8. ....
9. ....
10. ....
11. ....
12. ....
13. ....
14. ....
15. ....
16. ....
17. ....
18. ....
19. ....
20. ....
21. ....
22. ....
23. ....
24. ....
25. ....



## เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

กำหนดเกณฑ์การประเมินโดยให้ระดับคุณภาพในแต่ละข้อ เป็น 1 2 3 พิจารณาคำตอบโดยยึดองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังนี้

### 1. การประเมินความคิดคล่อง

- ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ชัดเจนตรงประเด็นได้น้อยกว่า 4 ข้อ
- ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ชัดเจนตรงประเด็นได้ 4-6 ข้อ
- ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ชัดเจนตรงประเด็นได้ มากกว่า 6 ข้อ

### 2. การประเมินความคิดยืดหยุ่น

- ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้น้อยกว่า 2 คำตอบ
- ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้ 2-3 คำตอบ
- ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบได้มากกว่า 3 คำตอบ

### 3. การประเมินความคิดริเริ่ม

- ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 5 คนขึ้นไป
- ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบซ้ำกับผู้อื่น 3-4 คน
- ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง คิดหาคำตอบซ้ำกับผู้อื่นไม่เกิน 2 คน

### 4. การประเมินความคิดละเอียดลออ

- ระดับ 1 (ปรับปรุง) ให้ 1 คะแนน หมายถึง ให้รายละเอียดไม่ชัดเจน และไม่ครบทุกประเด็นที่นำเสนอ
- ระดับ 2 (พอใช้) ให้ 2 คะแนน หมายถึง ให้รายละเอียดชัดเจน แต่ไม่ครบทุกประเด็นที่นำเสนอ
- ระดับ 3 (ดี) ให้ 3 คะแนน หมายถึง ให้รายละเอียดชัดเจน ครบทุกประเด็นที่นำเสนอ

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อ หาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ข้อ

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ธาตุและสารประกอบ

เวลา 20 ชั่วโมง

เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอมและอนุภาคมูลฐานของอะตอม

เวลา 5 ชั่วโมง

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายแบบจำลองอะตอมของคอลลตันได้
2. อธิบายแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้
3. อธิบายแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้
4. อธิบายแบบจำลองอะตอมของนีล โบร์ได้
5. ระบุข้อมูลสำคัญจากแบบจำลองอะตอมของคอลลตัน ทอมสัน และรัทเทอร์ฟอร์ดที่นำมาประกอบเป็นแบบจำลองอะตอมของนีล โบร์ได้
6. ระบุข้อมูลของแบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอกเพิ่มเติมจากนีล โบร์ได้
7. ระบุชนิดของอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้
8. บอกตำแหน่งของอนุภาคมูลฐานแต่ละชนิดในโครงสร้างของอะตอมได้

#### สาระสำคัญ

แบบจำลองอะตอมของคอลลตันมีลักษณะเป็นทรงกลมที่ขนาดเล็กที่สุดซึ่งแบ่งแยกไม่ได้ และไม่สามารถสร้างชิ้นใหม่หรือทำให้สูญหายได้ แบบจำลองอะตอมของทอมสันมีประจุบวกและประจุลบกระจายกันอยู่ภายในอะตอมอย่างสม่ำเสมอ อะตอมในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนที่มีประจุไฟฟ้าเป็นลบวิ่งอยู่รอบๆ แบบจำลองอะตอมของนีล โบร์มีนิวเคลียสขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลาง อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสเป็นชั้นๆ แบบจำลองอะตอมของนีล โบร์ได้ข้อมูลการเป็นทรงกลมมาจากคอลลตัน การมีประจุบวกและประจุลบจากทอมสัน และการมีประจุบวกอยู่ตรงกลางอะตอม โดยมีประจุลบกระจายอยู่ในที่ว่างมาจากรัทเทอร์ฟอร์ด แบบจำลองอะตอมของกลุ่มหมอกระบุว่า ประจุลบที่อยู่ในอะตอมมีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วตลอดเวลา ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่อยู่ได้แน่นอน ในอะตอมประกอบด้วยอนุภาคมูลฐาน 3 ชนิด คือ โปรตอนมีประจุบวก อิเล็กตรอนมีประจุลบ และนิวตรอนมี

ประจุเป็นกลาง โดยโปรตอนและนิวตรอนจะอยู่ที่ตรงกลางอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบๆ นิวเคลียส

### สาระการเรียนรู้

1. แบบจำลองอะตอมของคอลลัน
2. แบบจำลองอะตอมของทอมสัน
3. แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
4. แบบจำลองอะตอมของนีลโบร์
5. แบบจำลองอะตอมกลุ่มหมอก
6. อนุภาคมูลฐานของอะตอม

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

#### ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

1. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยว่าอะตอมคืออะไร มีส่วนประกอบอย่างไร

#### ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน แยกย้ายกันไปศึกษาความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอะตอม 4 แบบ โดยให้นักเรียนดูสื่อการสอนภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับ โครงสร้างอะตอม แล้วเข้ากลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนตามหัวข้อ ดังนี้

- 1.1 แบบจำลองอะตอมแต่ละแบบเป็นของใคร
- 1.2 รายละเอียดของแบบจำลองแต่ละแบบ
- 1.3 วาดรูปแบบจำลองอะตอมแต่ละแบบ
- 1.4 ศึกษาวิธีการค้นพบแบบจำลองอะตอมแต่ละแบบ
- 1.5 แสดงผลงานของแต่ละกลุ่มโดยให้นักเรียนออกแบบผลงานเอง (โดยคนที่ 1

เป็นคนพูด คนที่ 2-3 ฟังการนำเสนอจากกลุ่มอื่น แต่ต้องสลับกันทำหน้าที่)

#### ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

ครูตั้งคำถาม โดยถามคำถามดังนี้

1. นีลโบร์กล่าวว่าอะตอมมีลักษณะเป็นทรงกลมได้มาจากการนำเสนอแบบจำลองอะตอมของใคร
2. นีลโบร์กล่าวว่าอะตอมมีประจุบวกประจุลบได้มาจากการนำเสนอแบบจำลองอะตอมของใคร



3. นีลโบร์กกล่าวว่าประจวบอยู่ตรงกลางอะตอมโดยมีประจุลบกระจายอยู่ในที่ว่าง  
ได้มาจากการนำเสนอแบบจำลองอะตอมของใคร

4. นีลโบร์สรูปแบบจำลองอะตอมได้อย่างไร

#### ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration)

ครูสร้างคำถามเพื่อขยายความรู้ดังนี้

4.1 จากโครงสร้างอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด ถ้ามีประจุ + หลายตัว ในนิวเคลียสที่เป็นประจุลบเดียวกันจะเกิดอะไรขึ้น และต้องมีอนุภาคอีกหนึ่งชนิดที่ควรมีประจุอย่างไร

4.2 ขยายความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมของโบร์ และกลุ่มหมอก

4.3 ให้นักเรียนสร้างผลงานเรื่องแบบจำลองอะตอมตามความเข้าใจของนักเรียน

4.4 ให้นักเรียนไปศึกษาสื่อที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างโครงสร้างอะตอมแต่

ละแบบ

#### ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation)

ให้นักเรียนประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อนแต่ละกลุ่ม

#### สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือแบบเรียนเคมีพื้นฐาน ม.4 เรื่อง ธาตุและสารประกอบ
2. ใบความรู้
3. สื่อการสอนภาพเคลื่อนไหว

#### การวัดและประเมินผล

สังเกตพฤติกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ หน่ยการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม

คำสั่ง ให้นักเรียนออกแบบ และสร้าง โมเดลหรือออกแบบเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอม



**ประวัติผู้วิจัย**

ชื่อ	นางสาวรัตนภรณ์ เพ็ชรรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	3 กรกฎาคม 2530
สถานที่เกิด	อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขา เคมี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนมัธยมวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่ง	ครู คศ.1

