

Ms 129956

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม
เรื่อง พันธะเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4



นางสาววรรณิภา พรหมหาราช

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2564

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาววรรณิกา พรหมหาราช แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปีสสาโก)



กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรมวิไล ดอกไม้)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)
คณบดีคณะครุศาสตร์


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : นางสาววรรณิภา พรหมหาราช

ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้

ปีการศึกษา : 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และเพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เทียบเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ 5E ร่วมกับบอร์ดเกม กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนกมลาไสย จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 5E ร่วมกับบอร์ดเกม จำนวน 4 แผน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา 3 สถานการณ์ ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.38-0.65 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.69 สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ของนักเรียน (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 77.32/83.23 และคะแนนทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: บอร์ดเกม; การแก้ปัญหา; แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : The 5E Inquiry Learning Cooperated with a Board Game for Development Problem-Solving Skills on Chemical Bonding for Mathayomsuksa 4 Students.

Author : Miss Wannipa Phommaharach

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Panwilai Dokmai

Year : 2021

ABSTRACT

This research aimed to develop the 5E inquiry learning cooperated with board game for enhancing problem-solving skills on chemical bonding for Mathayomsuksa 4 students to meet the standardized efficiency criteria (E_1/E_2) of 75/75 and compare problem-solving skill of Mathayomsuksa 4 students after the 5E inquiry learning cooperated with board game with the criteria of 70 percent. The sample consisted of 40 students in Mathayomsuksa 4/5 at Kamalasai School. The research instruments consisted of 4 lesson plans of 5E inquiry learning cooperated with board game on chemical bonding and the problem-solving test for 3 situations with the discrimination value (D) ranged from 0.38 to 0.65 and the reliability of 0.69. The data analysis statistics were mean, standard deviation, percentage and one-sample t-test.

The research found that the processing and resulting efficiency (E_1/E_2) of the developed 5E inquiry learning cooperated with board game for enhancing problem solving skills on chemical bonding had efficiency of 77.32/83.23 and the students' problem-solving skills score was higher than the standardized criteria of 70 percent at the significantly level of .05.

Keywords: Board Game, Board Game Cooperated with the 5E Inquiry Learning, Problem-Solving Skills



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ดอกไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้วิจัยรักการทำงานและให้กำลังใจในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสงวน ปัสสาโก ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร และ อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำคอยชี้แนะแนวทางต่าง ๆ และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ประสงค์ สีหานาม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมา และคุณครูสรกฤษ ชาร์โสภณ ที่เสียสละเวลาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 24 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุน ในการศึกษาของผู้วิจัย มาโดยตลอด รวมทั้งบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมดซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วง ไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา แก่ บิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ให้ประสบผลสำเร็จ และคลบ้นตาลให้พบแต่ความสุขตลอดไป

นางสาววรรณิภา พรหมหาราช

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตการวิจัย	5
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และมาตรฐาน การเรียนรู้ และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560	9
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)	20
2.3 เกมมิฟิเคชันในการศึกษา	26
2.4 ทักษะการแก้ปัญหา	35
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	48
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	48
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	48
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย	49
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	58
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	59
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	59
บทที่ 4 ผลการวิจัย	63
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64

หัวเรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	67
5.1 สรุป	67
5.2 อภิปรายผล	67
5.3 ข้อเสนอแนะ	69
บรรณานุกรม	70
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	78
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยและบอร์ดเกม	82
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย	102
ภาคผนวก ง คุณภาพเครื่องมือ	107
ภาคผนวก จ คະແນນการวัดและประเมินผล	119
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	141
ประวัติผู้วิจัย	142



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	16
3.1 การวิเคราะห์เนื้อหา เรื่องพันธะเคมี ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	49
3.2 กิจกรรมบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	50
3.3 เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละสถานการณ์ในการเล่นบอร์ดเกม	54
3.4 วิเคราะห์องค์ประกอบของการแก้ปัญหาและจำนวนข้อสอบ	56
3.5 เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา (Rubrics)	56
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการทำใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม แบบฝึกหัดแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี และคะแนนจากการวัดทักษะการแก้ปัญหา	64
4.2 ร้อยละคะแนนของทักษะการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70	65
4.3 ร้อยละคะแนนรายด้านของทักษะการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70	66
ง.1 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 1 เกมโค้ดดิ้ง โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Raining Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน	108
ง.2 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 2 เกมบรรโดงูหรรษา โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Raining Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน	110
ง.3 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 3 เกมพันธะอะไรร้อย โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Raining Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน	112
ง.4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 4 สูดยอดนักเคมี โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Raining Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน	114
ง.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินบอร์ดเกมที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน	116
ง.6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน	117
ง.7 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี	117

ตารางที่	หน้า
ง.8 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี	118
จ.1 คะแนนใบงานจากแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม	
จ.2 คะแนนการเล่นบอร์ดเกมจากใบกิจกรรม	129
จ.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการทำใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และใบงานของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี	137
จ.4 คะแนนหลังเรียนจากแบบวัดการแก้ปัญหา	138



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	บอร์ดเกมโค้ดดิ้งพันธะไอออนิก	51
3.2	บอร์ดเกมบันไดงูโคเวเลนต์	52
3.3	บอร์ดเกมพันธะอะไโรเอ่ย	52
3.4	บอร์ดเกมสุดยอดนักเคมี	53



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้มีการกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องได้มีการลงมือปฏิบัติโดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยการจัดการเรียนรู้ และในการจัดการเรียนรู้จะต้องตรงตามตัวชี้วัด และจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ปีพุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ระบุว่าการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ โดยเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากจะให้นักเรียนได้ความรู้ที่เป็นเนื้อหาแล้วยังทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) และในการจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีจึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทำการทดลอง โดยมีตัวชี้วัดสมรรถนะ 5 ด้าน ซึ่งหนึ่งในสมรรถนะที่มีความสำคัญยิ่งคือความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชาเนื่องจากรายวิชาเคมีต้องทำการทดลองศึกษาค้นคว้ามีการวิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการในการแก้ปัญหาอีกทั้งยังเป็นตัวชี้วัดที่นักเรียนจบตามหลักสูตรต้องได้รับการพัฒนาอย่างเต็มความสามารถ

การแก้ปัญหามันเป็นทักษะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากปัญหาเป็นเรื่องปกติและเกิดขึ้นได้กับนักเรียนทุก ๆ คน โดยที่นักเรียนต้องเผชิญกับความยุ่งยากของปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสถานศึกษาหรือชีวิตประจำวัน (Gallagher, 2015) การแก้ปัญหาคือการค้นหาวิธีที่ยังไม่ปรากฏ เพื่อนำไปสู่จุดหมายอันหนึ่งที่ตั้งไว้ โดยที่จุดหมายดังกล่าวยังไม่มีวิธีการที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้นได้ในทันทีทันใด จะต้องหาวิธีการที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้น ดังนั้นการแก้ปัญหาก็คือการค้นหาวิธีการที่ยังไม่ทราบในทันทีทันใดการหาหนทางที่จะแก้ความยุ่งยากหนทางที่หลีกเลี่ยงอุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดหมายที่เราไม่สามารถไปถึงได้ในทันทีทันใดด้วยวิธีการที่เหมาะสม (Polya, 1957) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา ฝึกการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการฝึกทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหามีเหตุผลของนักเรียน (ทิตนา แคมมณี, 2557) ในการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหานั้น มีหลักการสำคัญ คือ ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองได้ลงมือกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นทักษะการแสวงหาความรู้ การค้นพบการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนเป็นประชาธิปไตย และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในขั้นตอนการจัดการกิจกรรม (สุนทร สันธพานนท์, 2550) ซึ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกัน แต่อาจมีความละเอียดแตกต่างกันตามแต่ละบุคคลซึ่ง Weir (1974) แบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาออกเป็น 4 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นระบุปัญหาที่แสดงถึงความสามารถในการระบุขอบเขตของปัญหา

จากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดในชั้นเรียนได้อย่างมีเหตุผลชั้นวิเคราะห์ปัญหา ที่แสดงถึงความสามารถในการแยกแยะวิเคราะห์และนิยามสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด ขึ้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่แสดงถึงความสามารถในการสืบค้นคิดค้นวิเคราะห์สังเคราะห์ และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหาโดยมีผู้สอนเป็นคนให้คำแนะนำในการกระทำกับข้อมูล และขั้นสุดท้ายคือ ขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ที่แสดงถึงความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาตามวิธีการแก้ปัญหาได้ ด้วยวิธีการที่นักเรียนเลือกจะสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่โดยมีผู้สอนเป็นประมุข ซึ่งการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผู้สอนจะต้องให้ออกาสนักเรียนใช้ความคิดและฝึกการแก้ปัญหาด้วยตัวเองเพื่อให้เกิดความชำนาญจะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ทักษะการแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ตรง ทำให้มีความกระจ่างชัดเจนจากประสบการณ์การเรียนรู้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำทักษะ ที่ได้รับไปหาแนวทางในการแก้ปัญหาการตัดสินใจ และเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยและเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ พบว่าการศึกษาของไทยในปัจจุบันยังขาดกระบวนการในการคิดขั้นสูงอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ คือครูยังจัดการเรียนการสอนแบบท่องจำโดยครูเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลสรุปเหล่านี้สอดคล้องกับคะแนนสอบ PISA (Program for International Student Assessment) ที่เป็นโครงการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติที่วัดทักษะและความสามารถของนักเรียนอายุ 15 ปี ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยเน้นในด้านการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง จัดการประเมินต่อเนื่องกันทุก 3 ปี โดย OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2012 2015 และ 2018 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านคณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาตรฐาน ผลการทดสอบสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่นั้นยังขาดทักษะในการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) สอดคล้องกับผลการประเมินของโรงเรียนกมลลาไสยที่พบว่าทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนควรพัฒนาในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านความรู้ ด้านความคิด รวมทั้งทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเสนอแนะว่าควรจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ไม่ควรยึดแบบเรียน หนังสือเรียนเป็นสำคัญ ควรปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเรียนการสอนที่เน้นการฝึกทักษะการคิด และการแก้ปัญหา การปฏิบัติจริงเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และนำไปสู่การมีงานทำหรือการมีอาชีพต่อไป (รายงานการประเมินคุณภาพภายนอก รอบสี่ พ.ศ. 2559-2563 ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสังเกตการสอนรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของผู้วิจัยที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนมักจะเน้นที่ครูผู้สอนเป็นหลัก ดังนั้นวิธีการถ่ายทอดความรู้ให้แก่แก่นักเรียนส่วนใหญ่จึงมักจะใช้วิธีการบรรยาย ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับความรู้ทางด้านทฤษฎีเป็นส่วนใหญ่ แต่หากผู้สอนนำวิธีการฝึกปฏิบัติอื่น ๆ มาใช้บ้าง นักเรียนก็อาจได้ทักษะอื่นบางส่วน แต่ก็ยังจะไม่ได้รับการพัฒนาด้านทักษะที่จะนำความรู้ทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้และทำให้นักเรียนขาดทักษะในการทำงานเป็นทีม รวมไปถึงการรู้จักไต่หาคำความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่พบ เพื่อแก้ปัญหการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ครูจึงควรเปลี่ยนแปลงวิธีการสอนให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางในการสืบสอบ (Inquiry) ซึ่งสามารถ

ทำได้โดยให้นักเรียนได้ฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลายและต่อเนื่องทำกิจกรรมที่มีการสำรวจ สืบค้น สร้างข้อคาดการณ์ ตรวจสอบ พิสูจน์ สังเกตแบบรูปภายในบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผล และแก้ปัญหาพร้อมกัน ซึ่งแนวทางในการพัฒนาการแก้ปัญหาของตนเองสอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ที่เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism Theory) ที่ให้ความสำคัญในตัว of นักเรียนว่าความรู้เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นได้ โดยนักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมของตนเองเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น ครูและเพื่อน ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ให้กับนักเรียนผ่านการสื่อสารและการมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (ศิรินทร์ ธารโคตรสิงห์, 2556)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เป็นแนวทางที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ที่สูงขึ้น มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ และแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอนผ่านการสำรวจ สังเกต คาดการณ์ ตรวจสอบ สืบค้น และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยน และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลร่วมกัน (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2558) ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันจึงช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการและทฤษฎีตลอดจนลงมือปฏิบัติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ยังเป็นวิธีที่ทำให้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุดโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนเป็นผู้กระทำการทดลอง เป็นผู้แก้ปัญหา เป็นผู้ค้นคว้า แลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า การพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถที่ทัดเทียมกับนานาชาติได้นั้น จะต้องให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการแก้ปัญหา จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้ทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียน โดยหลังเรียน นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 83.3 และระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 16.67 (สุริสา ไวแสน, 2555) ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (พักตร์พภา ศรีสว่าง, 2558) นอกจากนี้แล้วยังช่วยเพิ่มความสามารถในการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 69.77 และยังพบว่ามีประสิทธิผลในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาของนักเรียน (Susilowati, 2017)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ครูควรเน้นกิจกรรมที่เสริมสร้าง การแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพคือ การจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา

ซึ่งการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Weir (1974) เป็นแนวคิดที่ผู้คนส่วนใหญ่ให้การยอมรับและใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติ ที่ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาและวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ชั้นระบุปัญหา ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้น การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา และชั้นตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้มีเกม การแข่งขันเป็นกลุ่ม เช่น บอร์ดเกม (Board Game) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่จะฝึกกระบวนการคิด วิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนได้ดี (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2551) บอร์ดเกมเป็นเกมประเภทหนึ่งที่เล่นบน แผ่นกระดานโดยมีการเคลื่อนย้ายเบี้ย (Marker) ไปตามเส้นทางที่กำหนดบนกระดานเป็นเกมที่ทำให้ ความบันเทิงความสนุกสนาน บอร์ดเกมเป็นการจำลองสถานการณ์ในชีวิตจริงแบบง่าย ๆ และได้รับความ นิยมมาก เพราะสามารถผสมผสานสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้อย่างลงตัวทำให้ผู้เล่นเกิดความเชื่อ และแสดงบทบาทไปตามเกม (เตือนใจ เฉลิมกิจ, 2555) ซึ่งข้อดีของการนำบอร์ดเกมมาใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้อีก เป็นวิธีการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูง นักเรียนได้รับความ สนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้จากการเล่น นอกจากนี้ยังช่วยสร้างแรงจูงใจรวมทั้งกระตุ้นให้ นักเรียน เกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (Task based) โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์การมีกฎกติกาที่ ชัดเจนเป็นตัวนำการปฏิบัติ และมีกลยุทธ์ที่ทำให้นักเรียนได้กำหนดเป้าประสงค์ (Goal) ที่ชัดเจน (วัลลภาภรณ์ คงถาวร, 2557) การสอนโดยใช้เกมเป็นวิธีการสอนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน สามารถช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ยากหรือซับซ้อนได้ง่ายขึ้นผ่านเกม และช่วยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนทักษะทางการคิดแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน อีกทั้งเมื่อ เปรียบเทียบการเรียนการสอนโดยใช้เกมกับการสอนแบบบรรยายพบว่า การสอนผ่านเกมจะมีข้อดี เช่น การมีส่วนร่วมของนักเรียนที่สูงขึ้น นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ สามารถให้ข้อมูล ย้อนกลับแก่นักเรียนได้ทันที นักเรียนสามารถเชื่อมโยงบทเรียนหรือเกมเข้ากับบริบทชีวิตจริงได้ง่าย กว่า เป็นต้น (Turner, 2018) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การใช้บอร์ดเกมประเภท วางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .01 (ธีรภาพ แซ่เซี่ย, 2560) และบอร์ดเกมยังช่วยเพิ่มความจำขณะ ทำงานด้านภาพและมิติสัมพันธ์ของเด็กวัยก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านความจำ ขณะทำงานด้านภาพและมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ธวัชรรัตน์ ศรีวิลาศ, 2561)

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้อย่างแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญที่จะช่วยพัฒนานักเรียน ให้ได้รับความรู้โดยผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้าอย่างเป็นขั้นตอนผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา อันจะช่วยเพิ่มทักษะการใช้ความรู้ในชีวิตจริง นอกจากนี้แล้วการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนโดยใช้บอร์ดเกมเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจมีความสนุกสนานให้ความบันเทิง จะช่วยให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงซึ่งจะช่วยในการพัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียน ผู้วิจัยจึง สนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ชั้น ร่วมกับ บอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลวิจัย จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้กับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัย

วิทยาศาสตร์รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักเรียนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี มีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 24 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 350 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2653 โรงเรียนกมลาไสย จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 เรื่องพันธุเคมีประกอบด้วย พันธะโคเวเลนต์ พันธะไอออนิก และพันธะโลหะดังนี้

1.4.2.1 พันธะโคเวเลนต์ หน่วยการเรียนรู้ย่อยประกอบด้วย การเกิดพันธะโคเวเลนต์ ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ ความยาวพันธะและพลังงานพันธะเรโซแนนซ์ รูปร่างโมเลกุลสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และสารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย

1.4.2.2 พันธะไอออนิก หน่วยการเรียนรู้ย่อยประกอบด้วย การเกิดพันธะไอออนิก โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก พลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก สมบัติของสารประกอบไอออนิก และปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก

1.4.2.3 พันธะโลหะ หน่วยการเรียนรู้ย่อยประกอบด้วย การเกิดพันธะโลหะ และสมบัติของพันธะโลหะ

1.4.3 ขอบเขตด้านเวลา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาในการดำเนินการเรียนรู้ จำนวน 4 สัปดาห์ รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

1.4.4 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

1.4.4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นที่ใช้ร่วมกับบอร์ดเกม

1.4.4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
- 2) ทักษะการแก้ปัญหา

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น หมายถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยฝึกให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ในขณะที่คุณครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำมากกว่าการสอนที่เน้นเนื้อหาสาระ มีกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) การประเมินผล (Evaluation)

บอร์ดเกม (Board Game) หมายถึง เกมกระดานที่จัดกิจกรรมในรูปแบบการเล่นหรือการแข่งขันที่มีการเคลื่อนย้ายเบี้ย (Marker) ให้เดินไปตามเส้นทางที่กำหนดบนกระดานเกม ซึ่งกำหนดจุดมุ่งหมายจำนวนผู้เล่น เวลา วัสดุอุปกรณ์ การเตรียมการขั้นตอนการเล่น และกติกาโดยการนำเนื้อหาข้อมูลของเกมพฤติกรรมการเล่นวิธีการเล่น และผลการเล่นเกมมาใช้อภิปรายผลเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ นอกจากนี้บอร์ดเกมยังช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และการแก้ปัญหา ซึ่งบอร์ดเกมเรื่องพันธะเคมีประกอบไปด้วย 4 บอร์ดเกม ได้แก่ เกมสำรวจไอออนิก เกมโค๊ดดิงโคเวเลนต์ เกมโมเลกุลอะไรเอ่ย และเกมสุดยอดนักเคมี

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม หมายถึง แผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง พันธะเคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้บอร์ดเกมเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 4 แผน รวม 12 ชั่วโมง โดยจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมในขั้นที่ 2 ของการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่นำเสนอมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มี การวางแผนกำหนดแนวทาง การสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเช่น ทำการทดลองทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม โดยจะแจกใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มการเล่นบอร์ดเกม ครูชี้แจงวิธีการเล่นบอร์ดเกมจากนั้นจึงให้นักเรียนลงมือเล่นบอร์ดเกม

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นการได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บอร์ดเกมจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นตามเกณฑ์ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และแบบฝึกหัด ของนักเรียนทั้งหมดที่มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมดที่มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งต้องอาศัยการเรียนรู้ประสบการณ์ และวิธีการอย่างเป็นระบบแบบแผนในการเรียนวิชาเคมีซึ่งเป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ และประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการประเมินแบบรูบริกส์ (Rubrics Score) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้ยึดหลักตามแนวคิดของ Weir (1974) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 **ขั้นระบุปัญหา** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนระบุขอบเขตของปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดในชั้นเรียนได้อย่างมีเหตุผล โดยสามารถระบุได้ว่าปัญหาของสถานการณ์คืออะไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแยกแยะวิเคราะห์และนิยามสาเหตุของปัญหาจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นการออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสืบค้นคิดค้นวิเคราะห์สังเคราะห์และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา โดยมีผู้สอนเป็นคนให้คำแนะนำในการกระทำกับข้อมูล

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา เป็นขั้นที่ให้นักเรียนอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาตามวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยวิธีการที่นักเรียนเลือกสามารถแก้ปัญหาได้จริงโดยมีผู้สอนเป็นผู้ประเมิน

วัดการแก้ปัญหาโดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง พันธะเคมี เป็นแบบวัดชนิดอัตนัย วัดทักษะ 4 ด้าน ตามแนวคิดของ Weir (1974) จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ละ 4 ข้อ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางสำหรับครูหรือผู้ที่สนใจในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้บอร์ดเกม

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับครูหรือผู้ที่สนใจการออกแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหา

1.6.3 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้บอร์ดเกมไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)
3. เกมมิฟิเคชันในการศึกษา
4. ทักษะการแก้ปัญหา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาระดับอาชีวศึกษา และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

2.1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีหลักการที่สำคัญดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐาน การเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนานักเรียนและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพสุจริต จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.1.3.2 มีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลโลกยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนา สิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคม อย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้เกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.4.1 ความสามารถในการสื่อสารเป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรม ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยน ข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง และสังคมรวมทั้งการเจรจา ต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อ ตนเองและสังคม

2.1.4.2 ความสามารถในการคิดเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรค ต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ ความรู้ มาใช้ในการป้องกัน การแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตเป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา ความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม สภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือกใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

2.1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

2.1.5.3 มีวินัย

2.1.5.4 ใฝ่เรียนรู้

2.1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง

2.1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

2.1.5.7 รักความเป็นไทย

2.1.5.8 มีจิตสาธารณะ

2.1.6 มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนานักเรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้นักเรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.6.1 ภาษาไทย

2.1.6.2 คณิตศาสตร์

2.1.6.3 วิทยาศาสตร์

2.1.6.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

2.1.6.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

2.1.6.6 ศิลปะ

2.1.6.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.1.6.8 ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดตามมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพนักเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้น มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐาน

การเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่า ต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายใน และการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

2.1.7 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรม นำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัด ประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพนักเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.7.1 ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 - มัธยมศึกษาปีที่ 3)

2.1.6.2 ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนานักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

2.1.8 คุณภาพนักเรียนหลังจบระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นักเรียนจะต้องตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถนำความรู้ และกระบวนการทำงานวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้ ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.8.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์ และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.8.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.8.3 เข้าใจกระบวนการความสำคัญผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2.1.8.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอมการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1.8.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.8.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.8.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์ และสารชีวโมเลกุล

2.1.8.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียง และการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์ และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

2.1.8.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2.1.8.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และ ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.8.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.8.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ ระหว่าง ตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจ เลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.8.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผล หรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.8.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.8.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.8.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.8.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ่างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผล จากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.8.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่าเสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.8.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือ แก้ปัญหาได้

2.1.8.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และ เหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนา และการใช้วิทยาศาสตร์พร้อมเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคม สิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.9 กลุ่มสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการ ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

1. สารระการเรียนรู้แกนกลาง (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - สารระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
 - สารระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
 - สารระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
 - สารระที่ 4 เทคโนโลยี
2. สารระเพิ่มเติม
 - สารระที่ 1 ชีววิทยา
 - สารระที่ 2 เคมี
 - สารระที่ 3 ฟิสิกส์
 - สารระที่ 4 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

2.1.10 วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ วิศวกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ โลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ วิศวกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการแก้ปัญหา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.11 คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1

ศึกษาวิเคราะห์แบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอก การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ สมบัติของธาตุตามหมู่ตามคาบ พันธะไอออนิก พันธะโคเวเลนต์ พันธะโลหะ สมบัติของสารประกอบของธาตุตามคาบ ปฏิกริยาของธาตุและสารประกอบของธาตุตามหมู่ ตำแหน่งของธาตุไฮโดรเจนในตารางธาตุ ธาตุแทรนซิชัน ธาตุกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี การทำนายตำแหน่ง สมบัติของธาตุในตารางธาตุ ธาตุ และสารประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล บันทึกจัดกลุ่มข้อมูล และการอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจเห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.1.12 ผลการเรียนรู้

2.1.12.1 จัดเรียงอิเล็กทรอนิกส์ในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุพร้อมทั้งระบุหมู่คาบที่ และกลุ่มของธาตุในตารางธาตุได้

2.1.12.2 บอกแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในยุคต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ จนได้เป็นตารางธาตุ พร้อมทั้งระบุปัญหาของการจัดได้

2.1.12.3 สรุปลักษณะของสมบัติต่าง ๆ ของธาตุตามหมู่ และตามคาบเกี่ยวกับขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออไนเซชัน อิเล็กโตรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอนจุดหลอมเหลว และจุดเดือด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้

2.1.12.4 คำนวณหาค่าออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบและไอออนต่าง ๆ พร้อมทั้งเปรียบเทียบเลขออกซิเดชันของธาตุโลหะและอโลหะได้

2.1.12.5 บอกเหตุผลที่แสดงว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารหรือพันธะเคมีได้

2.1.12.6 อธิบายเกี่ยวกับกฎออกเตตการเกิดพันธะไอออนิก และโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

2.1.12.7 เขียนสูตร และเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกได้

2.1.12.8 อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการเกิดสารประกอบไอออนิก และสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิกได้

2.1.12.9 อธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก พร้อมทั้งเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิได้

2.1.12.10 ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสารประกอบไอออนิกเมื่อละลายในน้ำ และปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิกได้

2.1.12.11 อธิบายเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลของไฮโดรเจนได้

2.1.12.12 อธิบายการเกิดพันธะ และระบุชนิดของพันธะโคเวเลนต์ในโมเลกุลได้

2.1.12.13 แสดงโครงสร้างของโมเลกุลเวเลนต์ด้วยโครงสร้างลิวอิสได้

2.1.12.14 ยกตัวอย่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตตได้

2.1.12.15 เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ได้

2.1.12.16 ใช้ความรู้เรื่องความยาวพันธะ และพลังงานพันธะระบุชนิดของพันธะโคเวเลนต์ได้

2.1.12.17 ใช้ค่าพลังงานพันธะคำนวณหาพลังงานที่เปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาได้

2.1.12.18 อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ที่มีโครงสร้างเรโซแนนซ์ได้

2.1.12.19 ทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เมื่อทราบจำนวนพันธะ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบอะตอมกลางได้

2.1.12.20 อธิบายสภาพผิว และทิศทางของผิวของพันธะโคเวเลนต์และของโมเลกุลโคเวเลนต์ได้

2.1.12.21 ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโคเวเลนต์ รวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลกับจุดหลอมเหลว และจุดเดือดของสารโคเวเลนต์ได้

2.1.12.22 บอกสมบัติที่แตกต่างกันของสารโคเวเลนต์ประเภทโมเลกุลไม่มีขั้ว โมเลกุลมีขั้ว และโครงผลึกร่างตาข่ายได้

2.1.12.23 อธิบายการเกิดพันธะโลหะ และใช้ความรู้เรื่องพันธะโลหะอธิบายสมบัติของโลหะได้

2.1.12.24 สรุปลสมบัติของธาตุ และสารประกอบของธาตุตามคาบเกี่ยวกับจุดหลอมเหลว จุดเดือดความเป็นกรด-เบสของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของธาตุในคาบที่ 2 และ 3 ได้

2.1.12.25 เปรียบเทียบสมบัติของธาตุไฮโดรเจนกับธาตุหมู่ IA และหมู่ VIIA ได้

2.1.12.26 อธิบายสมบัติของธาตุกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์บางปฏิกิริยาได้

2.1.12.27 ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูลและสรุปผลการทดลอง เพื่อศึกษาสมบัติและปฏิกิริยาเคมีของธาตุหมู่ IA IIA VIIA และธาตุแทรนซิชันรวมทั้งทำนายตำแหน่งธาตุในตารางธาตุเมื่อทราบสมบัติของธาตุได้

2.1.12.28 บอกสมบัติประโยชน์ และโทษของธาตุและสารประกอบที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

2.1.12.28 บอกสมบัติประโยชน์ และโทษของธาตุและสารประกอบที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดมาตรฐานการเรียนรู้ ว 5.1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพ หรือสัญลักษณ์ แบบจุดของลิอิวิส	1. สารเคมีเกิดจากการยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แบบจุดของลิอิวิส โดยเกิดพันธะเคมีส่วนใหญ่เป็นไปตามกฎออกเตต 2. พันธะไอออนิกเกิดจากการยึดเหนี่ยวระหว่างประจุไฟฟ้าของไอออนบวกกับไอออนลบส่วนใหญ่ไอออนบวกเกิดจากโลหะเสียอิเล็กตรอน และไอออนลบเกิดจากอโลหะรับอิเล็กตรอนสารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิก เรียกว่าสารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิกไม่อยู่ในรูปโมเลกุล แต่เป็นโครงผลึกที่ประกอบด้วยไอออนบวกและไอออนลบจัดเรียงตัวต่อกันไปทั้งสามมิติ

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
2. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	<ol style="list-style-type: none"> 1. สารประกอบไอออนิกเขียนแสดงสูตรเคมีโดยให้สัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าตามด้วยสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนลบ โดยมีตัวเลขแสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนไอออนที่เป็นองค์ประกอบ 2. การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกทำได้โดยเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบสำหรับสารประกอบไอออนิกที่เกิดจากโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันของโลหะด้วย
3. คำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกจากธาตุที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน มีทั้งที่เป็นปฏิกิริยาคูดพลังงานและคายพลังงานซึ่งแสดงได้ด้วยวัฏจักรบอร์น-ฮาเบอร์ และพลังงานของปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบไอออนิกเป็นผลรวมของพลังงานทุกขั้นตอน
4. อธิบายสมบัติของสารประกอบไอออนิก	<ol style="list-style-type: none"> 1. สารประกอบไอออนิกส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผลึกของแข็ง เปราะ มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง ละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นไอออนเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์เมื่อเป็นของแข็งไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้าทำให้หลอมเหลวหรือละลายในน้ำจะนำไฟฟ้า 2. สารละลายของสารประกอบไอออนิกแสดงสมบัติความเป็นกรด-เบส ต่างกัน สารละลายของสารประกอบคลอไรด์มีสมบัติเป็นกลาง และสารละลายของสารประกอบออกไซด์มีสมบัติเป็นเบส
5. เขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิของปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก	<ol style="list-style-type: none"> 1. ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก สามารถเขียนแสดงด้วยสมการไอออนิกหรือสมการไอออนิกสุทธิโดยที่สมการไอออนิกแสดงสารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์ทุกชนิดที่แตกตัวได้ในรูปของไอออนส่วนสมการไอออนิกสุทธิแสดงเฉพาะไอออนที่ทำปฏิกิริยากัน และผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
<p>6. อธิบายการเกิดพันธะโคเวเลนต์แบบพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสามด้วยโครงสร้างลิวอิส</p>	<p>1. พันธะโคเวเลนต์เป็นการยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นภายในโมเลกุลจากการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันของธาตุซึ่งส่วนใหญ่เป็นธาตุอโลหะ โดยทั่วไปจะเป็นไปตามกฎออกเตต สารที่ยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์เรียกว่าสารโคเวเลนต์พันธะโคเวเลนต์เกิดได้ทั้งพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม ซึ่งสามารถเขียนแสดงได้ด้วยโครงสร้างลิวอิส โดยแสดงอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะด้วยจุดหรือเส้น และแสดงอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของแต่ละอะตอมด้วยจุด</p>
<p>7. เขียนสูตร และเรียกชื่อสารโคเวเลนต์</p>	<p>1. สูตรโมเลกุลของสารโคเวเลนต์โดยทั่วไปเขียนแสดงด้วยสัญลักษณ์ของธาตุเรียงลำดับตามค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีจากน้อยไปมากโดยมีตัวเลขแสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีมากกว่า 1 อะตอมในโมเลกุล</p> <p>2. การเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ทำได้โดยเรียกชื่อธาตุที่อยู่หน้าก่อน แล้วตามด้วยชื่อธาตุที่อยู่ถัดมา โดยมีค่านำหน้าระบุจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ</p>
<p>8. วิเคราะห์และเปรียบเทียบความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์รวมทั้งคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของสารโคเวเลนต์จากพลังงานพันธะ</p>	<p>1. ความยาวพันธะและพลังงานพันธะในสารโคเวเลนต์ขึ้นกับชนิดของอะตอมคู่ร่วมพันธะและชนิดของพันธะ โดยพันธะเดี่ยว พันธะคู่ และพันธะสาม มีความยาวพันธะและพลังงานพันธะแตกต่างกัน นอกจากนี้โมเลกุลโคเวเลนต์บางชนิดมีค่าความยาวพันธะ และพลังงานพันธะแตกต่างจากของพันธะเดี่ยว พันธะคู่และพันธะสามซึ่งสารเหล่านี้สามารถเขียนโครงสร้างลิวอิสที่เหมาะสมได้มากกว่า 1 โครงสร้าง ที่เรียกว่าโครงสร้างเรโซแนนซ์</p> <p>2. พลังงานพันธะนำมาใช้ในการคำนวณพลังงานของปฏิกิริยา ซึ่งได้จากผลต่างของพลังงานพันธะรวมของสารตั้งต้นกับผลิตภัณฑ์</p>

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
9. คัดคะแนนรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์โดยใช้ ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน ในวงเวเลนซ์และระบุสภาพขั้วของโมเลกุล โคเวเลนต์	1. รูปร่างของโมเลกุลโคเวเลนต์อาจพิจารณา โดยใช้ทฤษฎีการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน ในวงเวเลนซ์ (VSEPR) ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวน พันธะ และจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวรอบ อะตอมกลางโมเลกุลโคเวเลนต์มีทั้งโมเลกุล มีขั้ว และไม่มีขั้วสภาพขั้วของโมเลกุล โคเวเลนต์เป็นผลรวมปริมาณเวกเตอร์ สภาพขั้วของแต่ละพันธะตามรูปร่างโมเลกุล
10. ระบุชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล โคเวเลนต์ และเปรียบเทียบจุดหลอมเหลวจุด เดือด และการละลายน้ำของสารโคเวเลนต์	1. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลซึ่งอาจเป็นแรง แผ่กระจายลอนดอน แรงระหว่างขั้วและ พันธะไฮโดรเจน มีผลต่อจุดหลอมเหลว จุดเดือด และการละลายน้ำของสาร นอกจากนี้ สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่ยังมี จุดหลอมเหลว และจุดเดือดต่ำกว่า สารประกอบไอออนิกเนื่องจากแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างโมเลกุลมีค่าน้อยกว่าพันธะไอออนิก 2. สารโคเวเลนต์ส่วนใหญ่มีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดต่ำและไม่ละลายในน้ำ สำหรับสาร โคเวเลนต์ที่ละลายน้ำมีทั้งแตกตัวและไม่ แตกตัวเป็นไอออน สารละลายที่ได้จากสาร ที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนจะไม่นำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ส่วนสารละลาย ที่ได้จากสาร ที่แตกตัวเป็นไอออนจะนำไฟฟ้า เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์สารละลาย ของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์จะมี สมบัติเป็นกรด
11. สืบค้นข้อมูล และอธิบายสมบัติของสาร โคเวเลนต์โครงสร้างตาข่ายชนิดต่าง ๆ	1. สารโคเวเลนต์บางชนิดที่มีโครงสร้างโมเลกุล ขนาดใหญ่และมีพันธะโคเวเลนต์ต่อเนื่อง เป็นโครงสร้างตาข่าย จะมีจุดหลอมเหลวและ จุดเดือดสูง สารโคเวเลนต์โครงสร้างตาข่าย ที่มีธาตุองค์ประกอบเหมือนกัน แต่มีอัญรูป ต่างกันจะมีสมบัติต่างกัน เช่น เพชร แกรไฟต์

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
12. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและสมบัติของโลหะ	<ol style="list-style-type: none"> 1. พันธะโลหะเกิดจากเวเลนซ์อิเล็กตรอนของทุกอะตอมของโลหะเคลื่อนที่อย่างอิสระไปทั่วทั้งโลหะ และเกิดแรงยึดเหนี่ยวกับโปรตอนในนิวเคลียสทุกทิศทาง 2. โลหะส่วนใหญ่เป็นของแข็ง มีผิวมันวาว สามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ดีมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูง
13. เปรียบเทียบสมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ ได้อย่างเหมาะสม	<ol style="list-style-type: none"> 1. สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะมีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำ ไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม

หมายเหตุ. สาระการเรียนรู้แกนกลางและผลการเรียนรู้. ปรับปรุงจาก *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (น. 178), โดย กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกสาระที่ 2 เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พันธะเคมี โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ โดยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นวิธีเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หรือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

Good (1973) ได้กล่าวถึง ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่มีลักษณะเป็นแบบเดียวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem Solving Approach) โดยระบุลักษณะที่สำคัญคือเป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น และนักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม

ทีศนา แคมมณี (2553) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนเกิดคำถามเกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน

ปราณี แสนสามารถ (2557) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นใหญ่เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยกระบวนการค้นหาคำตอบของปัญหาวิทยาศาสตร์ จากความสนใจในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ ซึ่งเริ่มจากการสำรวจค้นหาสิ่งที่ต้องการเรียนรู้จากปัญหาหรือข้อสงสัยที่นักเรียนสนใจ การอธิบายและสรุปคำตอบจากการคิดหาคำตอบด้วยวิธีการที่เลือก การขยายองค์ความรู้ใหม่ จากความรู้ที่มีอยู่และการสรุปประเมินกระบวนการค้นหาคำตอบ เพื่อให้คนพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง

วิณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม (2557) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและเหตุผลในการแก้ปัญหา แล้วสรุปเป็นหลักการเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิด และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในการค้นหาคำตอบแล้วนำมาสรุปเป็นหลักการสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ศศิธร เวียงวะลัย (2556) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นกระบวนการที่มุ่งการหาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ โดยอาศัยความเชื่อ กรอบความคิด และข้อตกลงเบื้องต้น เป็นแนวทางในการศึกษามาตรฐานการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แห่งอเมริกา จะเห็นได้ว่าการสืบเสาะเป็นกิจกรรมที่หลากหลายซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การตรวจสอบหนังสือ เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาที่น่าสนใจการวางแผนการสืบค้น การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลการแปลความหมายข้อมูล การเสนอคำตอบ ตลอดจนการถ่ายทอดเผยแพร่ผลการศึกษา

ภพ เลหาไพบุลย์ (2557) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ผู้สอนวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยผู้สอนทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้วางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตัวเอง มีความกระตือรือร้น

ที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางที่จะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาก ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ที่สูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งต่าง ๆ นักเรียนจึงควรได้รับประสบการณ์ที่น่าตื่นเต้น น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีการสอนโดยการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียนอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำมากกว่าการสอนที่เน้นเนื้อหาสาระหรือยึดตำราเรียนเป็นหลัก พร้อมทั้งพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนมีความคิดที่มีความเป็นวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางที่จะช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงที่มีความน่าตื่นเต้น น่าสนใจในการเรียนรู้ ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ที่สูงขึ้น

2.2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้อธิบายวิธีการดำเนินขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมต่าง ๆ ทำท้าย ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลายเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจ อาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วก็มี การวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลวิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบ แล้วจึงนำข้อมูลข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่นหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ศศิธร เวียงวะลัย (2556) ได้อธิบายวิธีการดำเนินขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (BSCS) ได้แบ่งขั้นตอนของการเรียนรู้แบบวัฏจักรออกเป็น 5 ขั้นตอน หรือเรียกว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. **ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)** เป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วยคำถามปัญหาการทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้น ในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2. **ขั้นสำรวจ (Exploration)** เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้ว มาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้ากับหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้น ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. **ขั้นอธิบาย (Explanation)** เป็นการนำขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ จะมีความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. **ขั้นการลงข้อสรุป (Elaboration)** เป็นการเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. **ขั้นการประเมินผล (Evaluation)** เป็นการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งการประเมินผลของผู้สอนต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

ปราณี แสนสามารถ (2557) ได้อธิบายวิธีการดำเนินขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเสนอเหตุการณ์หรือประเด็นปัญหาให้นักเรียนเกิดความสงสัย การจูงใจให้เกิดความต้องการที่นำไปสู่การเรียนรู้ตามกิจกรรมในขั้นต่อไป โดยการอภิปราย ชักถาม ประเด็นเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม

ที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว เป็นการเสริมสร้างและกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่ต้องการเรียนรู้ใหม่มีความชัดเจน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอและใช้ประโยชน์ในการค้นหาคำตอบและสร้างความรู้ใหม่ประกอบการเรียนรู้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ อธิบายและแปลผล เพื่อนำไปสู่การสรุปผล ตามเป้าหมายและความต้องการของการค้นหาคำตอบ ตลอดจนการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปวิเคราะห์ เชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ค้นคว้าเพิ่มเติม เพื่อนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์และเหตุการณ์อื่น ๆ ให้เกิดความรู้งว้างขวางและครอบคลุมมากขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่เหมาะสมและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ว่าจะมีความรู้อะไรบ้าง ในระดับใด และเกิดจากกระบวนการใด เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์และประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ในครั้งต่อไป

ประสาธต์ เนื่องเฉลิม (2558) ได้อธิบายวิธีการดำเนินขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า นักศึกษาในกลุ่ม กลุ่ม BSCS ได้แบ่งขั้นตอนของการบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียนหรือประเด็นที่สนใจซึ่งกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การถกประนักรักเรียนปัญหา การทบทวนความรู้เดิม ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกิจกรรมการเรียนการสอนควรอยู่บนพื้นฐานประสบการณ์เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการปรับขยายความคิด โดยได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงจากผู้สอน และมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้อย่างเพียงพอ ผู้สอนไม่ควรบอกนักเรียนว่าจะต้องเรียนอะไร และไม่ต้องอธิบายมากนักเพื่อให้นักเรียนมีบทบาทให้การสำรวจ ค้นคว้าหาคำตอบ นำผลที่ได้มาสร้างคำอธิบายตามความหมาย และความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นการมุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนด้วยความร่วมมือกันระหว่างนักเรียนและผู้สอน ซึ่งมีส่วนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา สามารถกำหนดมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) เป็นการกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มนักเรียนจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดผ่านการค้นพบ ทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดของผู้อื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กันโดยขยายความคิดจากตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติม สามารถค้นคว้า สำรวจตรวจสอบสิ่งที่ต้องการศึกษาได้ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียน

จากขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์หลากหลาย และให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการกิจกรรม 5 ขั้นตอนนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) โดยในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้เลือกใช้บอร์ดเกมร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา เพื่อให้ให้นักเรียนมีบทบาทให้การสำรวจ ค้นคว้าหาคำตอบ นำผลที่ได้มาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเอง

2.2.4 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2557) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดการระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทน ถ้ายองการเรียนรู้ได้กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นาน และนำไปใช้กับสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มนต์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีความตั้งใจต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ประสาธ เมืองเฉลิม (2558) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทางด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. นักเรียนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอย่างนักวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้โดยเกิดจากความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3. นักเรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยตัวเอง

4. นักเรียนได้เรียนรู้การสื่อสารวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. นักเรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความเข้าใจและความรู้สึกของตน จนทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

6. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ การหาความสัมพันธ์ของคำถามที่มาจากประสบการณ์ส่วนบุคคล

7. การเรียนการสอนแบบนี้ช่วยส่งเสริมศักยภาพการทำงานของสมอง

8. นักเรียนเกิดความเข้าใจที่แท้จริงในสิ่งที่เรียนไม่ใช่แค่การท่องจำอย่างเดียว

9. ความรู้ได้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทน

10. นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งขึ้นกับความสามารถและความพร้อมทางการเรียนของแต่ละคน

11. นักเรียนเกิดการรู้คิดจัดกระบวนการทำงานร่วมกัน

12. นักเรียนได้ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

13. นักเรียนได้รับการส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตย

14. การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สืบค้น รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นระหว่างกันรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

3. นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ ความรู้ และทักษะ

4. นักเรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

จากข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกพัฒนากระบวนการคิดได้อย่างอิสระ โดยวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ และสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดเป็นความรู้ที่คงทน รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ส่วนข้อจำกัดใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมาก และหากสถานการณ์ไม่น่าสนใจพอจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย นักเรียนบางคนอาจมีข้อจำกัดทางสติปัญญาและต้องการแรงกระตุ้นมาก ๆ การใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังไม่ตอบสนองต่อตัวนักเรียนบางคนเท่าที่ควรและการใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้บ่อย ๆ อาจจะทำให้ความสนใจในการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนลดลง ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่ประสบผลสำเร็จได้อีกด้วย

2.3 เกมมิฟิเคชันในการศึกษา

2.3.1 ความหมายของเกมมิฟิเคชัน

Bunchball (2010) ได้กล่าวถึงความหมายของเกมมิฟิเคชันว่าหมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ใช้บางสิ่งบางอย่างที่มีอยู่ เช่น เว็บไซต์ โปรแกรม ประยุกต์ ชุมชนออนไลน์ และรวมกลไกต่าง ๆ ของเกมเข้าไปไว้ข้างใน เพื่อที่จะกระตุ้นความมีส่วนร่วม และความมีใจจดจ่อ เกมมิฟิเคชันมีการนำเทคนิคการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-driven Technique) ที่นำออกแบบเกมใช้ในการกระตุ้นผู้เล่นและเป็นการการประยุกต์ใช้เทคนิค เหล่านี้กับกิจกรรมที่ไม่ใช่เกมเพื่อที่จะกระตุ้นการดำเนินการที่ช่วยเพิ่มมูลค่าทางธุรกิจให้มากขึ้น

Takahashi (2011) ได้กล่าวถึงความหมายของเกมมิฟิเคชันว่าหมายถึง เป็นการใช้กลไกต่าง ๆ ของเกมเพื่อกระตุ้นให้ผู้ใช้ความมีใจจดจอกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือกิจกรรมที่ไม่ใช่เกมเพื่อเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายให้ตรงกับที่ผลลัพธ์ที่ต้องการ เกมหลายประเภทประกอบด้วยกลไก ของเกมหลากหลายรูปแบบ เช่น การให้คะแนน (Point) การประลอง (Challenge) กระดานแสดง ลำดับ (Leaderboard) กฎเกณฑ์ (Rule) และสิ่งกระตุ้นอื่น ๆ ที่ทำให้การเล่นเกมน่าสนใจมาก โดยจะมีแนวโน้มโดยธรรมชาติที่จะมีปฏิสัมพันธ์ได้ดีกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ใน รูปแบบที่มีโครงสร้าง ของเกม

Buckner (2014) ได้กล่าวถึงความหมายของเกมมิฟิเคชันว่าหมายถึง การใช้แนวคิด ของเกม และกลไกต่าง ๆ ของเกมมากระตุ้นผู้ใช้ให้มีจิตใจจดจอกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ เกมมิฟิเคชัน ถูกนำมาใช้ในโครงการ และกระบวนการต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงให้ความรู้สึกรู้สึกมีส่วนร่วมผลกำไร คุณภาพ ข้อมูล การจัดการลำดับเวลา และการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น เกมมิฟิเคชันจึงเป็นการนำ ลักษณะเด่น ของเกมที่คนทั่วไปชื่นชอบมาใส่ไว้ในกิจกรรมประจำวันเพื่อให้มันดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เช่น การได้รับ คะแนนสะสม รางวัล หรือส่วนลดเมื่อมีการตอบแบบฟอร์ม เป็นต้น

จากเกมมิฟิเคชันในการศึกษาสรุปได้ว่าเกมมิฟิเคชันจึงเป็นการใช้แนวคิดกลไกต่าง ๆ ขององค์ประกอบสำคัญในเกมมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่ไม่ใช่เกมเพื่อจุดประสงค์ในการเพิ่มความ สนุก ความน่าสนใจ การมีใจจดจ่อ และความรู้สึกผูกพัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาพฤติกรรม และพัฒนาทักษะ ของผู้ใช้ให้เป็นไปตามที่ต้องการ

2.3.2 องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน

Kapp (2012) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันไว้ดังนี้ องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน จะประกอบด้วย 9 องค์ประกอบดังนี้

1. เกมเป็นฐาน (Game-Based) คือโครงสร้างหลักของเกมมิฟิเคชันซึ่งมีเป้าหมาย เพื่อสร้างระบบที่นักเรียนผู้เล่นหรือผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ท้าทายภายใต้กฎเกณฑ์การติดต่อสื่อสาร และการตอบสนองของระบบซึ่งส่งผลก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางอารมณ์เพื่อสร้างกิจกรรมที่ผู้ใช้ต้องการที่จะทุ่มเท ความสามารถเวลา และพลังงานของตน

2. กลไกของเกม (Mechanics) คือกลไกของการเล่นเกมประกอบไปด้วยระดับ (Levels) ได้รับเหรียญตราแต้มพิเศษคะแนน และการจำกัดเวลา

3. สุนทรียภาพ (Aesthetics) คือส่วนติดต่อผู้ใช้ของระบบต้องน่าสนใจและสื่อถึง ประสบการณ์ที่ผู้ใช้งานจะได้รับซึ่งส่งผลอย่างมากต่อความสมัครใจในการใช้ระบบที่พัฒนาด้วย แนวคิดเกมมิฟิเคชัน

4. แนวความคิดแบบเกม (Game Thinking) คือองค์ประกอบสำคัญที่สุดของการนำ แนวคิดเกมมิฟิเคชันไปประยุกต์ใช้แนวคิดแบบเกมคือการคิดเชื่อมโยงประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ไปใช้ในกิจกรรมซึ่งมีองค์ประกอบของการแข่งขันการร่วมมือการสืบเสาะค้นหาและการดำเนินเรื่อง

5. มีส่วนร่วม (Engage) คือเป้าหมายที่ชัดเจนของกระบวนการที่ออกแบบโดยเกม มิฟิเคชันคือเพื่อให้ได้รับความสนใจจากผู้ใช้ และทำให้ผู้ใช้เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการนั้น พฤติกรรมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้จึงเป็นเป้าหมายหลักของเกมมิฟิเคชัน

6. กลุ่มเป้าหมาย (People) คือเป็นไปได้ทั้งนักเรียน กลุ่มลูกค้า หรือผู้ใช้ซึ่งกลุ่มคนเหล่านี้จะถูกจูงใจให้เข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการหรือกิจกรรมที่ออกแบบขึ้น และจะส่งผลให้เกิดการกระทำต่อไป

7. กระตุ้นการกระทำ (Motivate Action) คือแรงจูงใจคือกระบวนการของการใช้พลังงานและความสนใจอย่างมีทิศทางโดยมีเจตนา เพื่อให้เกิดพฤติกรรมหรือการกระทำตามมา ความท้าทายของกิจกรรมต้องไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป การสร้างให้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมในการทำงานหรือกิจกรรมถือเป็นอีกหนึ่งหลักสำคัญของเกมมิฟิเคชัน

8. ส่งเสริมการเรียนรู้ (Promote Learning) คือเกมมิฟิเคชันสามารถนำมาใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เช่นการให้คะแนนสำหรับการทำกิจกรรมแนะนำข้อเสนอแนะ เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดการกระตุ้นการทำงานร่วมกันด้วยกิจกรรมที่ออกแบบ โดยผสมผสานเกมมิฟิเคชันที่ทั้งส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

9. การแก้ปัญหา (Solve Problems) คือการแก้ปัญหาของเกมที่มีมุ่งเน้นความร่วมมือในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มรวมถึงธรรมชาติของเกม และเป็นแรงจูงใจให้สมาชิกในกลุ่มพยายามที่จะแก้ไขปัญหาคือดีที่สุด เพื่อให้สามารถไปถึงเป้าหมายหรือเพื่อที่จะเป็นผู้ชนะ

Kumar and Herger (2013) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันไว้ดังนี้ องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันมาจากแนวคิดเกมมิฟิเคชันคือการนำเอากลไกในการออกแบบเกมมาใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เกมตั้งนั้นจึงมีองค์ประกอบหลักในการออกแบบโดยอาศัยหลักทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบเกมซึ่งผู้ออกแบบควรคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 อย่างดังนี้

1. กลไกของเกมมิฟิเคชัน (Gamification Mechanics) เป็นการบอกโครงสร้างหลักของเกมประกอบด้วยรูปแบบวิธีการเล่นกติกาข้อบังคับของรางวัลเป้าหมายในการเล่น หรือวิธีการโต้ตอบต่าง ๆ เป็นต้นซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จะทำให้เกิดกิจกรรมต่าง ๆ ขึ้นในเกมโดยกลไกของเกมจะต้องถูกกำหนดก่อนที่ผู้เล่นจะเริ่มเล่นเกม ตัวอย่างกลไกของเกมที่เป็นที่นิยมนำมาใช้ เช่น แต้มสะสม (Points) ระดับชั้น (Levels) การได้รับรางวัล (Rewards) สินค้าเสมือน (Virtual Goods) กระดานผู้นำ (Leader Boards) การให้ของขวัญแก่กัน (Gifting and Charity) เป็นต้น

2. พลวัตของเกมมิฟิเคชัน (Gamification Dynamics) เป็นการแสดงพฤติกรรมหรือปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เล่นที่ถูกขับเคลื่อนด้วยการใช้กลไกของเกม ซึ่งพฤติกรรมหรือปฏิกิริยาตอบสนองเหล่านี้พยายามที่จะตอบสนองต่อความต้องการ และความปรารถนาพื้นฐานของมนุษย์ ลักษณะของพฤติกรรมความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ที่มีในการเล่น เกม เช่น ความต้องการได้รับรางวัลตอบแทน (Rewards) ความต้องการการยอมรับ (Status/Respect) เป็นความต้องการประสบความสำเร็จ (Achievement) การแสดงออกถึงความเป็นตัวตนของตนเอง (Self-Expression) ความต้องการการแข่งขันกัน (Competition) และการแสดงความเอื้ออาทร (Altruism)

3. อารมณ์ (Emotions) เป็นการแสดงอารมณ์และความรู้สึกของผู้เล่นแต่ละคนในขณะที่กำลังเล่นเกมเป็นผลมาจากการขับเคลื่อนด้วยกลไกของเกม และการตอบสนองต่อพลวัตของเกมลักษณะของอารมณ์ความรู้สึกที่เกิดขึ้นนั้นมีหลายรูปแบบทั้งเชิงบวกและเชิงลบ เช่น ดีใจ เสียใจ ผิดหวังตื่นเต้น แปลกประหลาดใจ สนุกสนาน เบื่อหน่าย เป็นต้น

Buckner (2014) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันไว้ดังนี้

1. เหรียญตรายศ (Badges) เป็นการให้รางวัลเมื่อผู้ใช้งานผ่านภารกิจ หรือเงื่อนไขกฎเกณฑ์ตามที่ระบบได้กำหนดไว้แสดงให้เห็นว่าบุคคลที่ได้รับนั้นผ่านภารกิจนั้น
2. การชักชวนทางสังคม (Social Triggers) เป็นการสร้างเครือข่ายทางสังคมโดยการบอกต่อของผู้ใช้งาน
3. ทำเนียบผู้ชนะ (Leader Boards) เป็นการตารางแสดงคะแนนผู้ที่มีคะแนนสูงสุดในระบบเพื่อให้ผู้ใช้ระบบเกิดแรงจูงใจ และแรงกระตุ้นที่ต้องการเป็นผู้นำภายในระบบ
4. การมีส่วนร่วม (Social Integration) เป็นการร่วมทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มหรือร่วมกันทำภารกิจต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบ
5. เงินเสมือนจริง (Virtual Currency) เป็นการใช้จ่ายเงินภายในระบบเป็นเงินเสมือนจริงนำไปใช้ในการซื้ออุปกรณ์สิ่งของต่าง ๆ ภายในระบบ
6. การแข่งขัน (Challenges) เป็นการจัดการแข่งขันระหว่างบุคคลหรือแข่งขันกันเป็นกลุ่ม
7. ของรางวัล (Virtual Gifts) เป็นการให้ของรางวัลเสมือนจริงภายในระบบเพื่อเป็นแรงจูงใจให้แก่ผู้ใช้งาน

8. การรายงานความก้าวหน้าของความสำเร็จ (Organization Goals) เป็นการรายงานความก้าวหน้าของบุคคลในการเข้าใช้งานระบบ เช่น ระบบภารกิจที่สำเร็จจะระบุระยะเวลาที่ใช้งานในระบบเป็นต้น
9. เพื่อน (Friends) เป็นการการเพิ่มสมาชิกเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือสนทนากันภายในระบบทั้งเป็นแบบส่วนตัว และแบบสาธารณะ

จากองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญ คือ

1. กลไกและแนวคิดของเกมซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของการนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันไปประยุกต์ใช้แนวความคิดแบบเกมนี้คือการคิดเชื่อมโยงประสบการณ์ในชีวิตประจำวันไปใช้ในกิจกรรมซึ่งมีองค์ประกอบของการแข่งขันการร่วมมือการสืบเสาะค้นหาและการดำเนินเรื่องโดยมีกลไกของเกมร่วมด้วยซึ่งประกอบไปด้วยกลไกของการเล่นเกมประกอบไปด้วยระดับ (Level) ได้รับเหรียญตราแต้มพิเศษคะแนนและการจำกัดเวลา
2. พฤติกรรมเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้ใช้คือเป้าหมายที่ชัดเจนของกระบวนการที่ออกแบบโดยเกมมิฟิเคชันนั้นเพื่อให้ได้รับความสนใจจากผู้ใช้และทำให้ผู้ใช้เข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการนั้นการสร้างแรงจูงใจและพฤติกรรมมีส่วนร่วมของผู้ใช้จึงเป็นเป้าหมายหลักของเกมมิฟิเคชัน
3. ผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายเป็นไปได้นักเรียนกลุ่มลูกค้าหรือผู้ใช้ซึ่งกลุ่มคนเหล่านี้จะถูกจูงใจให้เข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการ หรือกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นส่งผลให้เกิดการกระทำต่อไป
4. รางวัลจูงใจถือเป็นสิ่งสำคัญในระบบเกมมิฟิเคชัน การที่จะได้รับรางวัลระบบจะทำการตรวจสอบความรู้ความจำสถานะการเข้าใช้งานการได้รับสิทธิพิเศษเกิดการผูกติดกับระบบ
5. การวัดพฤติกรรมเป็นการวัดผลการใช้งานระบบเกมมิฟิเคชันของผู้ใช้ซึ่งประกอบไปด้วยระบบการวัดผลด้านระยะเวลาการใช้งานการแสดงผลความสำเร็จคุณภาพความสามารถพฤติกรรม และการได้รับการยอมรับจากผู้ใช้งานคนอื่น ๆ

2.3.3 บอร์ดเกม (Bord Game)

เดอนใจ เฉลิมกิจ (2545) ได้ให้ความหมายของบอร์ดเกมไว้ว่าหมายถึง กิจกรรมที่จัดอยู่ในรูปการเล่นหรือการแข่งขันที่มีการเคลื่อนย้ายเบี้ย (Marker) ให้เดินไปตามเส้นทางที่กำหนดบนกระดานเกม ซึ่งกำหนดจุดมุ่งหมายจำนวนผู้เล่นเวลาวัสดุอุปกรณ์การเตรียมการขั้นตอนการเล่นและกติกา นอกจากนี้บอร์ดเกมยังช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การแก้ปัญหา และยังเป็นทางเลือกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกันโดยการนำเนื้อหาข้อมูลของเกมพฤติกรรมการเล่นวิธีการเล่น และผลการเล่นเกมมาใช้อภิปรายผลเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

Kapp (2012) ได้ให้ความหมายของบอร์ดเกมไว้ว่าหมายถึง เกมที่เกี่ยวข้องกับตัวนับหรือชิ้นส่วนที่เคลื่อนย้าย หรือวางไว้บนพื้นผิว ที่ทำเครื่องหมายไว้ล่วงหน้า หรือกระดาน บอร์ดเกมหรือในภาษาไทยเรียกกันว่าเกมกระดาน เป็นเกมประเภทหนึ่งมีลักษณะการเล่นบนโต๊ะ หรือบนพื้นที่เรียบ และกว้างตามชุดของกฎของเกมอาจขึ้นอยู่กับกลยุทธ์ โอกาส หรือส่วนผสมของทั้งสองอย่างและมักจะมีเป้าหมายที่ผู้เล่นมุ่งหวังที่จะบรรลุ

Barata, et al. (2013) ได้ให้ความหมายของบอร์ดเกมไว้ว่าหมายถึง เกมที่มีพื้นฐานอยู่บนสองลักษณะของเกมกระดาน ประการแรกมันเกี่ยวข้องกับกฎของเกมกระดานเป็นเกมที่มีชุดของกฎที่กำหนดไว้ ซึ่งมีการจำกัดจำนวนชิ้นบนกระดาน จำนวนตำแหน่งสำหรับชิ้นส่วนเหล่านี้และจำนวนการเคลื่อนไหวที่เป็นไปได้ ประการที่สองเกี่ยวข้องกับชิ้นส่วนที่วางอยู่บนกระดานนั้น ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนย้ายหรือการจัดวางชิ้นส่วน อาจมีผลต่อสถานการณ์บนกระดาน และชิ้นส่วนเหล่านั้นจะเกี่ยวข้องกับผู้เล่นอื่นบนกระดาน ซึ่งลักษณะของเกมกระดานมีลักษณะตรงกันข้ามกับเกมจับสลาก เช่น รูเล็ต ซึ่งเป็นการวางเดิมพันหรือสัญญาแต่ละครั้งจะเป็นอิสระผู้เล่นอื่น ๆ

จากความหมายของบอร์ดเกมสรุปได้ว่า หมายถึงเกมกระดานที่จัดกิจกรรมในการเล่นหรือการแข่งขันที่มีการเคลื่อนย้ายเบี้ย (Marker) ให้เดินไปตามเส้นทางที่กำหนดบนกระดานเกม ซึ่งกำหนดจุดมุ่งหมายจำนวนผู้เล่น เวลา วัสดุอุปกรณ์ การเตรียมการขั้นตอนการเล่น และกติกาโดยการนำเนื้อหาข้อมูลของเกมพฤติกรรมการเล่นวิธีการเล่น และผลการเล่นเกมมาใช้อภิปรายผลเพื่อสรุปผลการเรียนรู้ นอกจากนี้บอร์ดเกมยังช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และการแก้ปัญหา

2.3.4 ประเภทของบอร์ดเกม

Kapp (2012) ได้กล่าวถึงประเภทของบอร์ดเกมไว้ 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. เกมครอบครัว (Family Game) เป็นเกมที่มีกฎกติกาไม่ซับซ้อน สามารถอธิบายให้คนที่ไม่เคยเล่นเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที โดยเกมจะถูกออกแบบมาให้เล่นได้ทั้งนักเรียนและผู้ใหญ่ บอร์ดเกมแนวครอบครัวจึงมักจะมีสีสันสวยงาม เน้นให้ผู้เล่นต้องพูดคุย ถกเถียง หรือหาโอกาสแก่งัดกันค่อนข้างมาก ซึ่งในระหว่างเล่นเกมจะมีเนื้อเรื่องที่ไม่เกี่ยวกับความรุนแรงหรือประเด็นหนัก ๆ สามารถเล่นได้ภายใน 15-60 นาที

2. เกมวางแผน (Strategy Game) เป็นเกมที่ต้องใช้ทักษะการวางแผนมากกว่าเกมครอบครัว เหมาะสำหรับผู้ที่อยากเล่นเกมที่ท้าทายขึ้น โดยเฉพาะแนววางแผน แนวจัดทัพโจมตี หรือเกมกระดานคลาสสิกอย่างหมากรุกเป็นทุนเดิม เกมวางแผนนับได้ว่าเป็นบอร์ดเกมที่เก่าแก่ที่สุดแรกเริ่มถูกใช้เพื่อจำลองสถานการณ์สงครามก่อนรบจริงสำหรับเหล่านายทหาร รายละเอียดบนกระดาน

จึงต้องสมจริงที่สุดครอบคลุมการตัดสินใจต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของฝ่ายศัตรูหลังจากนั้นเกมวางแผนก็แพร่หลายไปในกลุ่มคนชอบเกมสงครามในช่วงทศวรรษที่ 1980 ซึ่งยุคนั้นเกมวางแผนที่เล่นกันนอกฐานทัพจะใช้กระดานขนาดใหญ่จำลองสมรภูมิรบ มีตัวเล่นหรือ Counter ทำจากกระดาษ แทนหน่วยทหาร เครื่องบินรบ และอาวุธยุทโธปกรณ์ ช่วงยุคบุกเบิกนี้ผู้เล่นเกมแนวนี้จะไม่เรียกมันว่าบอร์ดเกม แต่จะเรียกว่า “เกมซิมูเลชัน” (Simulation) หรือ “เกมจำลองสงคราม” เพื่อให้แตกต่างจากเกมแนวครอบครัวสมัยนั้น

3. पार्टीเกม (Party Game) ถูกออกแบบมาสำหรับเล่นเป็นหมู่คณะ โดยใช้ผู้เล่นประมาณ 8-20 คนหรือมากกว่า पार्टीเกมที่สนุกคือเกมที่อธิบายให้ทุกคนเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที และมีอุปกรณ์ไม่มาก เกมประเภทนี้อาจมีเรื่องตลกเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเล็กน้อย แต่ส่วนมากต้องใช้มนุษยสัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ เช่น หากเป็นเกมที่ต้องจับตัวสายลับที่แฝงตัวมา ก็ต้องคอยสังเกต น้ำเสียง สีหน้า และแววตาท่าทางของเพื่อนว่าส่อพิรุณหรือไม่ อาจจะเป็นสายลับที่แฝงตัวมาตามเนื้อเรื่องของเกม ซึ่งความสนุกของปาร์ตี้เกมจะคล้ายกับความสนุกของงานปาร์ตี้คือได้สังสรรค์กับคนอื่นอีกหลายคน

Silverman (2013) ได้กล่าวถึงประเภทของบอร์ดเกมไว้ 6 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. เกมแบบครอบครัวหรือบอร์ดเกมแบบดั้งเดิม (Family Games and Classic Board Games) เป็นบอร์ดเกมรุ่นแรก ๆ ที่กติกาไม่ซับซ้อนมักจะเริ่มต้นเดินจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดโดยมีเรื่องคะแนน และเรื่องโชคเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งยังไม่เน้นในเรื่องการวางแผนหรือการคิดที่ซับซ้อนโดยอาจใช้เป็นกิจกรรมหนึ่งในการสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัว เพื่อน หรือใช้เวลาว่างร่วมกันตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมบันไดงู

2. เกมแบบยุโรป (Euro-style Games) เป็นเกมกระดานที่ใช้เวลาเล่นไม่เกิน 1 ชั่วโมง กติกาไม่ซับซ้อนเน้นการปฏิสัมพันธ์กันไม่สร้างความขัดแย้ง หรือไม่มีการกำจัดผู้เล่นคนหนึ่งคนใดออกจากเกม นอกจากนี้ยังเป็นเกมที่ต้องหาข้อมูลและเลือกวิธีของแต่ละคนในการเล่นหรือแก้ปัญหาคะแนนในการเล่นแต่ละรอบ อุปกรณ์ในการเล่นมีไม่มากโดยทั่วไปจะไม่ใช้ลูกเต๋าตัวอย่างเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมโรงงานไฟฟ้า (Power Grid)

3. เกมสร้างชุดไพ่ (Deck-Building Games) เป็นเกมที่เล่นในลักษณะเกมไพ่ (Card Game) ที่แต่ละคนจะมีไพ่มือของตัวเองจำนวนหนึ่ง และจะมีไพกองกลางทั้งหมดโดยที่ผู้เล่นแต่ละคนจะต้องออกแบบวางแผนในสร้างไพ่ของตัวเองให้มีคะแนนมากที่สุด ซึ่งไพ่แต่ละใบก็จะมีค่าสิ่งหน้าที่หรือคะแนนแตกต่างกันไป โดยเกมจะยุติลงเมื่อไพกองกลางที่ต้องการหมดลงหรือมีคำสั่งพิเศษที่เกิดขึ้นตัวอย่างเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกม Dominion

4. เกมวางแผนเชิงนามธรรม (Abstract Strategy Games) เป็นเกมที่มักแบ่งเป็นผู้เล่น 2 ฝ่ายโดยต้องใช้ความคิดการวางแผนหรือกลยุทธ์ที่จะเอาชนะอีกฝ่ายหนึ่ง เป็นเกมที่เล่นโดยไม่ต้องใช้ลูกเต๋าหรือการ์ดใด ๆ รวมถึงไม่จำเป็นต้องใช้การสื่อสารกับผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามเกมนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งชนะตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ หมากรุกหมากรุกฮอสโกะ A-math และ Cross-word เป็นต้น

5. เกมวางแผน (Strategy Games) เป็นเกมที่อาศัยความร่วมมือของผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป บางเกมเล่นได้ถึง 10 คน ซึ่งมีทั้งแนวเกมที่ต้องร่วมมือกันหรือเกมที่ต้องแข่งกันกำจัดกัน มีทั้งแบบที่ใช้ลูกเต๋าหรือไม่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาเล่นค่อนข้างนานเพราะต้องให้ผู้เล่นแต่ละคนหรือแต่ละฝ่ายคิดวางแผนหากลยุทธ์ หรือเจรจาต่อรองหรือหาแนวทางร่วมกันในเกมตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ได้แก่ เกมสงครามเกม Avalon เกม Settlers of Catan หรือบอร์ดเกมสมัยใหม่ก็มักอยู่ในประเภทนี้

6. เกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-Based Strategy Games) เป็นเกมที่เน้นการใช้ไฟในการวางแผนโดยเป็นการสุ่มหรือโชคที่จะได้ไพ่ และไพ่นำมาซึ่งโอกาสต่าง ๆ และความสามารถที่เพิ่มขึ้นที่ช่วยให้เราเข้าใจเป้าหมายของเกมมากขึ้น โดยที่สามารถจะร่วมมือหรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้ไพ่ได้ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ได้แก่ เกมสร้างอารยธรรม

Buckner (2014) ได้กล่าวถึงประเภทของบอร์ดเกมไว้ 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. เกมครอบครัว (Family Game) เป็นเกมที่ถูกรออกแบบมาให้เล่นได้ทั้งนักเรียนและผู้ใหญ่ บอร์ดเกมแนวครอบครัวจึงมักจะมีสีสันสวยงาม เน้นให้ผู้เล่นต้องพูดคุย ถกเถียง หรือหาโอกาสแลกเปลี่ยนค่อนข้างมากระหว่างเล่นเนื้อเรื่อง ไม่เกี่ยวกับความรุนแรงหรือประเด็นหนักๆ สามารถเล่นได้ภายใน 15-60 นาที จึงมีกติกาไม่ซับซ้อนมักจะเริ่มต้นเดินจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดโดยมีเรื่องคะแนน

2. เกมวางแผน (Strategy Game) เป็นเกมที่ต้องใช้ทักษะในการวางแผนมากกว่า เกมครอบครัวเหมาะสำหรับผู้ที่อยากเล่นเกมที่ท้าทายขึ้น โดยเฉพาะเกมเมอร์ที่ชอบเล่นเกมในแพลตฟอร์มอื่นอย่างเกมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นแนววางแผนอย่าง Civilization แนวจัดทัพโจมตีอย่าง StarCraft หรือเกมกระดานคลาสสิกอย่างหมากรุกเป็นทุนเดิมอยู่แล้ว เกมวางแผนอาจมีจะมีดวงเข้ามาเป็นเป็นส่วนประกอบบ้าง ซึ่งใช้เวลาในการเล่นประมาณ 60-120 นาที แต่บางเกมอาจยาวถึง 180 นาที หรือเป็นมหากาพย์ 5-6 ชั่วโมง

3. ปาร์ตี้เกม (Party Game) เป็นเกมที่ถูกรออกแบบมาสำหรับเล่นเป็นหมู่คณะ โดยปกติจะมีผู้เล่นประมาณ 8-20 คนหรือมากกว่า ปาร์ตี้เกมที่สนุกคือเกมที่อธิบายให้ทุกคนเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที มีอุปกรณ์ไม่มากเกมประเภทนี้อาจมีดวงเกี่ยวข้องกับดวลเล็กน้อยแต่ส่วนใหญ่ต้องใช้มนุษย์สัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ เช่น หากเป็นเกมที่ต้องจับตัวสายลับที่แฝงตัวมา เราก็ต้องคอยสังเกต น้ำเสียง สีหน้า แววตาท่าทางของเพื่อนว่าส่อพิรุณไหม น่าจะเป็นสายลับที่แฝงตัวมาตามเนื้อเรื่องของเกมหรือเปล่า ความสนุกของปาร์ตี้เกมจึงละม้ายคล้ายกับความสนุกของงานปาร์ตี้ คือได้สังสรรค์อย่างหรูหรากับคนอื่นอีกหลายคน

4. เกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-Based Strategy Games) เป็นเกมที่เน้นการใช้ไฟในการวางแผนโดยเป็นการสุ่มหรือโชคที่จะได้ไพ่ และไพ่นำมาซึ่งโอกาสต่าง ๆ และความสามารถที่เพิ่มขึ้นที่ช่วยให้เราเข้าใจเป้าหมายของเกมมากขึ้น โดยที่สามารถจะร่วมมือหรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้ไพ่ได้ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ได้แก่ เกมสร้างอารยธรรม

จากประเภทของบอร์ดเกมสรุปได้ว่าบอร์ดเกมจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) เกมครอบครัว (Family Game) เป็นเกมที่มีกติกาไม่ซับซ้อน มักจะเริ่มต้นเดินจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุดโดยมีเรื่องคะแนน และเรื่องโชคเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งยังไม่เน้นในเรื่องการวางแผน หรือการคิดที่ซับซ้อน โดยอาจใช้เป็นกิจกรรมหนึ่งในการสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัวและเพื่อน 2) เกมวางแผน (Strategy Games)

โดยในเกมประเภทนี้จะมีทั้งเกมวางแผนเชิงนามธรรม และเกมวางแผนที่ใช้ไพ่เป็นเกมที่อาศัยความร่วมมือของผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งมีทั้งแนวเกมที่ต้องร่วมมือกันหรือเกมที่ต้องแข่งกันกำจัดกันมีทั้งแบบที่ใช้ลูกเต๋าหรือไม่ใช้ ส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาเล่นค่อนข้างนานเพราะต้องให้ผู้เล่นแต่ละคนหรือแต่ละฝ่ายคิดวางแผนหากกลยุทธ์ หรือเจรจาต่อรองหรือหาแนวทางร่วมกันในเกมตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ และ 3) पार्टीเกม (Party Game) เป็นเกมประเภทที่อาจมีดวงเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเล็กน้อยแต่ส่วนมากต้องใช้มนุษย์สัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบในการเล่น เกม ความสนุกของ पार्टीเกมจะคล้ายกับความสนุกของงานปาร์ตี้ คือได้สังสรรค์กับคนอื่นอีกหลายคน ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้บอร์ดเกมประเภทเกมวางแผน (Strategy Game) เกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-Based Strategy Games) และ पार्टीเกม (Party Game)

2.3.6 การสอนโดยใช้เกม

ทิสนา แคมมณี (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมให้มีประสิทธิภาพจะต้องให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด คือ

1. การเลือกและนำเสนอเกม ผู้สอนต้องสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหาสาระของการสอน ถ้านำเกมของผู้อื่นที่สร้างต้องนำมาปรับดัดแปลงให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์

2. การชี้แจงวิธีการเล่นและกติกาการเล่น ผู้สอนควรจัดลำดับขั้นตอนและให้รายละเอียดที่ชัดเจน กติกาการเล่นเป็นสิ่งสำคัญมากในการเล่น เพราะกติกานี้จะตั้งขึ้นเพื่อควบคุมให้การเล่นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และดูแลให้ผู้เล่นปฏิบัติตามกติกาของการเล่นอย่างเคร่งครัด

3. การเล่นเกม ก่อนการเล่น ผู้สอนควรจัดสถานที่ของการเล่นให้อยู่ในสภาพที่เอื้อต่อการเล่น การเล่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และต้องคอยควบคุมเวลาในการเล่นขณะกำลังเล่น ผู้สอนควรติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของนักเรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูล ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น

4. การอภิปรายหลังการเล่น ผู้สอนอภิปรายหลังการเล่นควรมุ่งประเด็นไปตามจุดประสงค์ของการสอนเพื่ออะไร

สุชาติ แสนพิช (2559) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้เกมผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในการจัดการเรียนการสอนอย่างหลากหลายทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน และมีความเชื่อว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้หมดทุกคนตามประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมของแต่ละบุคคล เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมให้มี นักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ได้แก่

1. ผู้สอนควรสร้างบรรยากาศที่ดีให้กับนักเรียนในขณะที่เล่นเกม
2. ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและเพลิดเพลิน
3. หากไม่จำเป็นไม่ควรมีการให้คะแนน เพราะอาจเป็นการสร้างความกังวลใจให้กับนักเรียน
4. ตรวจสอบสภาพและจัดเตรียมเกมและอุปกรณ์ในการเล่นแต่ละครั้งให้เรียบร้อย
5. ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจการเล่นและกติกา
6. ผู้สอนควรให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาการเล่น

คณาจารย์ รัศมีมารีย์ (2561) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้เกมนี้ต้องมีบทบาทของผู้สอน นักเรียน บรรยากาศการเรียนการสอน และสื่อการสอน ดังนี้

1. การเตรียมบทบาทของผู้สอน ผู้สอนเตรียมเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะสอนก่อนการใช้กิจกรรมเกม ผู้สอนควรศึกษาเกี่ยวกับวิธีการเล่นเกม และเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เท่ากับจำนวนนักเรียน
2. ระหว่างการเล่น ผู้สอนแจกเอกสารความรู้และเกม อธิบายกติกา และวิธีเล่นแก่นักเรียน จากนั้นให้กลุ่มนักเรียนเล่นเกมในเวลาที่กำหนด
3. หลังการใช้กิจกรรมเกม ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม จากนั้นประเมินตนเองในการใช้เทคนิคเกม
4. การเตรียมบทบาทของนักเรียน ผู้สอนแบ่งกลุ่มของนักเรียนให้สอดคล้องกับเกมศึกษาเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน และศึกษากติกาและวิธีการเล่นเกม จากนั้นร่วมกันอภิปรายและสรุปเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม
5. บรรยากาศการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้สถานที่ในการเล่นเป็นห้องที่สามารถจัดนักเรียนให้นั่งเป็นกลุ่มได้ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ นักเรียนศึกษาเอกสารความรู้และเล่นเกม นอกจากนี้ในขณะที่เล่นเกมเพื่อเป็นการผ่อนคลายอาจเปิดเพลงเบา ๆ ได้
6. สื่อการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดทำเอกสารความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่สอน (ใบงาน) อุปกรณ์เกี่ยวกับเกม กติกา และวิธีเล่น

จากการสอนโดยใช้เกมสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมเป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ช่วยให้นักเรียนน่าสนใจ และจดจูนักเรียนให้สนใจเรียนรู้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้การสอนโดยใช้เกมต้องเลือกใช้เกมหรือสร้างเกมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสอน เพื่อฝึกฝนทักษะ เพื่อเรียนรู้เนื้อหาสาระ หรือเพื่อเรียนรู้ความจริงของสถานการณ์ จึงควรเลือกเกมมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่สอน จุดประสงค์ และวัยของนักเรียน

2.3.7 ประโยชน์ของเกมมิฟิเคชัน

Kapp (2012) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเกมมิฟิเคชันไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้
2. สร้างแรงจูงใจ
3. สร้างแรงจูงใจปรับปรุงความสัมพันธ์ของบุคคลในองค์กร
4. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร
5. เสริมสร้างความซื่อสัตย์

Abbott (2014) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเกมมิฟิเคชันไว้ดังนี้

1. เสริมกระบวนการคิด
2. เพิ่มระดับการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
3. ไม่มีข้อจำกัดการเรียนรู้

Silverman (2014) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของเกมมิฟิเคชันไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมกระบวนการคิดทักษะการแก้ปัญหา
2. ส่งเสริมพัฒนาการความฉลาดทางอารมณ์
3. ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม

จากประโยชน์ของเกมสรุปได้ว่า เกมมิฟิเคชันช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการทำงานกระบวนการคิดช่วยในการพัฒนา และปรับปรุงพฤติกรรมส่งเสริมพฤติกรรมกรรมกรมีส่วนร่วมในชั้นเรียนส่งเสริมทักษะทางสังคมส่งเสริม และพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียน และช่วยส่งเสริมแรงจูงใจแก่บุคคลได้ดี

2.4 ทักษะการแก้ปัญหา

2.4.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

Polya (1957) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่าหมายถึง การแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ คือการค้นหาวิธีที่ยังไม่ปรากฏเพื่อนำไปสู่จุดหมายอันหนึ่งที่ตั้งไว้ โดยที่จุดหมายดังกล่าวยังไม่มียุทธวิธีที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้นในทันทีทันใด จะต้องหาวิธีที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้น ฉะนั้นการแก้ปัญหาก็คือการค้นหาวิธีการที่ยังไม่ทราบในทันทีทันใด การหาหนทางที่จะแก้ความยุ่งยากหนทางที่หลีกเลี่ยงอุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดหมายที่เรายังไม่สามารถไปถึงได้ในทันทีทันใดด้วยวิธีการที่เหมาะสม

Gagne (1973) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่าหมายถึง การแก้ปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยมโนทัศน์เป็นพื้นฐานการเรียนรู้ เป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย และเป็นการเลือกเอา

ภพ เลหาพไพบุลย์ (2556) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่าหมายถึง การมองเห็นปัญหา และการหาหนทางที่จะแก้ปัญหาประกอบด้วยความสามารถย่อย ๆ คือการยอมรับและมองเห็นปัญหาการตั้งสมมติฐานการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานและการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

สุวิทย์ มูลคำ (2557) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการแก้ปัญหาว่าหมายถึง ความสามารถทางสมองในการจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้นโดยพยายามปรับตัวเอง และสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่คาดหวัง

จากความหมายของการแก้ปัญหสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคือการใช้กระบวนการทางความคิดซึ่งต้องใช้สติปัญญาทักษะความรู้ความเข้าใจความคิดการรับรู้พฤติกรรมต่าง ๆ รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาประมวลเข้ากับประสบการณ์ใหม่โดยผ่านการวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสมมติฐาน

2.4.2 ลักษณะและองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหา

Weir (1974) ได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหาแบ่งออกได้ 3 ประการ คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชาและความเคยชินเกี่ยวกับการคิดในเรื่องนั้น
2. การใช้แบบการคิดที่ไวต่อการแก้ปัญหา และความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ
3. คุณลักษณะของบุคลิกเช่นแรงขับความมั่นคงในอารมณ์ความวิตกกังวลเป็นต้น

Gallagher (1997) ได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ว่า วิธีการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 1.สติปัญญา (Intelligence) ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะแก้ปัญหาได้ดี
- 2.แรงจูงใจ (Motivation) ในการที่จะทำให้เกิดแนวทางในการแก้ปัญหา
- 3.ความพร้อมในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน

Jolly (1999) ได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ว่า ความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละคนย่อมมีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละคนนั้น มีวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมือนกันการแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนและไม่เป็นไปตามลำดับอาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนอาจจะไม่มี นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ประสบการณ์ของแต่ละคน
2. วุฒิภาวะทางสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อปัญหานั้น

Walton (1989) ได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. กลวิธี (Strategies) เป็นกลวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาประกอบด้วย การสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิเคราะห์ซึ่งสองสิ่งนี้เป็นสิ่งที่จำเป็นในการแก้ปัญหาที่ดีและส่วนประกอบอื่น ๆ ของกลวิธีในการแก้ปัญหาที่จำเป็น ได้แก่ ความรู้เดิมประสบการณ์เดิมสำหรับการตัดสินใจ และจำแนกลักษณะปัญหาโครงการ CARE (Carolina Approach to Responsive Education) ได้กล่าวถึงกลวิธีในการแก้ปัญหาโดยสรุปได้ว่ามี 6 ขั้นตอนคือ ศึกษาปัญหา สร้างตัวเลือก คำนึงถึงผลที่จะตามมา ใช้เครื่องมือ และการประเมินผล

2. การให้นิยามของปัญหา (Problem Definition) เป็นการฝึกการให้นิยามของปัญหาเป็นการช่วยการตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

3. การสำรวจ (Explore) เป็นกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาที่พยายามรวบรวมหาความสำคัญมาใช้ในการค้นหาแง่มุมของปัญหาและองค์ประกอบของปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ

4. ความเครียดความกังวลและแรงจูงใจ (Stress, Anxiety and Motivation) ได้มีนักการศึกษาหลายท่านเสนอเรื่องทางจิตวิทยาเกี่ยวกับทัศนคติใหม่ขององค์ประกอบของการได้มีนักการศึกษาหลายท่านเสนอเรื่องทางจิตวิทยาเกี่ยวกับทัศนคติใหม่ขององค์ประกอบของการแก้ปัญหาโดยพูดถึงการจัดการกับความเครียดและการกังวลด้วยวิธีดังต่อไปนี้

- 4.1 การหาสาเหตุของการเครียด
- 4.2 การปลุกสำนึกว่า ฉันจะทำในสิ่งที่ฉันทำได้ ให้เกิดขึ้นมาแทนความคิดที่ว่าฉันเป็นคนโง่
- 4.3 การทำให้หันเหไปจากสาเหตุของความเครียดโดยการควบคุมการหายใจ
- 4.4 แรงจูงใจซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องปรุ่่งที่จำเป็นที่สุดในการแก้ปัญหา

5. การตัดสินใจ (Decision Making) เป็นการแก้ปัญหานั้นเกิดขึ้นจากการอาศัย การดำเนินการหาคำตอบโดยการลองผิดลองถูก (Heuristics) และยิ่งอาศัยการประเมินกระบวนการ ที่ใช้แก้ปัญหาคือในกระบวนการแก้ปัญหาคือส่วนที่สำคัญที่สุดคือ การยอมรับการตัดสินใจและการตัดสินใจต้องอยู่บนพื้นฐานของการใช้กฎเกณฑ์ที่มีรูปแบบเฉพาะสำหรับปัญหาที่มีรูปแบบเฉพาะ

6. การใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการใช้ทักษะการให้เหตุผล (Reasoning Skills) มีความสำคัญที่รวมไปถึงการพัฒนาโน้มน้าวมติการลงความเห็นการสรุปการ เปรียบเทียบการสร้าง สมมติฐานการเลือกจุดมุ่งหมายและวิธีการทำให้เป็นปัจจุบันการให้นิยาม และหลักเกณฑ์การพิสูจน์ ที่เป็นไปได้ ทักษะการใช้เหตุผลจะเป็นผลมาจากการนำการคาดคะเนตัวแปรมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และเลือกตัวแปรที่คาดคะเนไว้เป็นหลักฐานของการใช้เหตุผล

จากลักษณะและองค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหาคือสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มี อิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคือเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาคือต่าง ๆ ผู้ดำเนินการแก้ปัญหาคือจะพบอุปสรรค ที่เป็นผลมาจากองค์ประกอบดังกล่าวไม่อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเปรียบเทียบเป็นตัวแปรที่จะมีผลต่อ การดำเนินการแก้ปัญหาคือได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้แล้วแต่ว่าจะมากหรือน้อยเพียงใด ดังนั้น ในการแก้ปัญหาคือแต่ละครั้งนั้นจะต้องศึกษา และวิเคราะห์ปัญหาให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อนรวมถึงปัจจัย และบริบทของปัญหาคือจึงสามารถแก้ปัญหาคือได้

2.4.3 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือ

การแก้ปัญหาคือเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้นต้องอยู่บนกระบวนการแก้ปัญหาคือที่เหมาะสม โดยนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหาคือไว้ซึ่งเป็นประโยชน์สำคัญในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

Bloom (1956) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาคือไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการให้นักเรียนได้พบปัญหาคือนักเรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหาคือ

ขั้นที่ 2 เป็นการให้นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบปัญหาคือขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 เป็นการการแยกแยะของปัญหาคือ

ขั้นที่ 4 เป็นการเลือกใช้ทฤษฎีหลักการความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาคือ

ขั้นที่ 5 เป็นการการใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหาคือ

ขั้นที่ 6 เป็นการบอกผลที่ได้จากการแก้ปัญหาคือ

Polya (1957) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาคือไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการทำความเข้าใจปัญหาคือไม่ว่าจะเป็นสัญลักษณ์สรุปวิเคราะห์แปลความ ทำให้ได้ว่าโจทย์ถามหาอะไรข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้างเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 เป็นการวางแผนแก้ปัญหาคือแยกแยะปัญหาออกมาเป็นส่วนย่อยเพื่อสะดวกในการแก้ปัญหาคือ และวางแผนว่าจะใช้วิธีการใดแก้ปัญหาคือ เช่น ลองผิดลองถูกหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงกับปัญหาคือเดิมที่เคยทำมา

ขั้นที่ 3 เป็นการลงมือทำตามแผนเป็นขั้นดำเนินการแก้ปัญหาคือตามแผนนั้นหมายถึงวิธีการแก้ปัญหาคืออยู่ในขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 4 เป็นการตรวจสอบวิธีการและคำตอบเพื่อให้แน่ใจว่าถูกต้อง

Weir (1974) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ให้การยอมรับ และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติที่ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาและวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา เป็นการแสดงความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นการแสดงความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา เป็นการแสดงความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหานั้น เป็นการแสดงความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2557) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการเตรียมการเป็นขั้นของการตั้งปัญหาหรือค้นปัญหา

ขั้นที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเป็นขั้นของการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 เป็นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาเป็นการหาวิธีแก้ปัญหานั้น

ขั้นที่ 4 เป็นการตรวจสอบผลเป็นการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์

ขั้นที่ 5 เป็นการนำไปประยุกต์ใหม่เป็นการนำวิธีการที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า

จากขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหานั้นมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกัน แต่อาจมีความละเอียดแตกต่างกันตามแต่ละบุคคลซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกความสามารถในการแก้ปัญหาของ Weir (1974) แบ่งออกเป็น 4 ขั้นประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหานั้น และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหานั้น

2.4.4 การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดแบบอื่น ๆ และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมของมนุษย์ เนื่องจากจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่ยุ่งยากซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหานั้นจะสามารถเผชิญกับสภาวะสังคมที่เคร่งครัดได้อย่างเข้มแข็ง ทักษะการแก้ปัญหานั้นไม่ใช่เป็นเพียงการรู้จักคิด เป็นทักษะที่มุ่งพัฒนาสติปัญญา ทักษะคิด วิเคราะห์ คำนึง ความรู้ ความเข้าใจในสภาพสังคมได้ดี

สิริพร ทิพย์คง (2554) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาไว้ว่าการแก้ปัญหานั้น ๆ ของนักเรียนต้องใช้ความคิด และต้องอาศัยกระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ ความรู้ที่ศึกษามา ความพยายามเพื่อที่จะตัดสินใจว่าจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่ยากที่จะตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหานั้นผู้สอนที่มีความชำนาญในการสอนและรอบรู้ในเนื้อหาวิชาจะเป็นผู้ที่สอนการแก้ปัญหานั้นได้ดี

วิชา ประชากร และประสาท เนื่องเฉลิม (2557) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาไว้ว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ในการแก้ปัญหาก็ต้องมีการวางแผน การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การกำหนดสารสนเทศที่ต้องการ การแสดงความคิดเห็น การเสนอแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

จากการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหาสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นทักษะในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล ในการจัดการเรียนการสอนต้องให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสติปัญญา กระบวนการทางสมอง ประสบการณ์ เพื่อที่จะตัดสินใจว่าจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา และมีการตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2.4.5 การวัดทักษะการแก้ปัญหา

Charles and Randall (1987) กล่าวว่า วิธีวัดการประเมินผลของทักษะการแก้ปัญหามีดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการวัดผลชนิดหนึ่งที่น่าเชื่อถือมากที่สุด บุคคลที่ทำหน้าที่ในการวัดจะใช้ประสาทสัมผัสเป็นเครื่องมือสื่อความหมายการสังเกตข้อมูลเกี่ยวกับเจตคติหรือความเชื่อที่มีต่อปัญหา การสังเกตแก่นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ๆ ให้สังเกตว่าเขาทำงานอย่างไรขณะแก้ปัญหา มีความสนใจในการแก้ปัญหาเพียงใด หรือสังเกตจากผลงานของนักเรียน เช่น สมุดแบบฝึกหัด สมุดรายงาน บันทึกประจำวัน การสังเกตแต่ละครั้งจะต้องมีจุดมุ่งหมาย และต้องบันทึกข้อมูลที่ได้ทันทีที่การสังเกต สั้นสุดลงซึ่งอาจจะบันทึกโดยย่อ ๆ หรือใช้สัญลักษณ์

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูล โดยการพูดคุยซักถามกับบุคคลที่เราต้องการข้อมูลโดยตรง ข้อสำคัญในการสัมภาษณ์นั้น ผู้สัมภาษณ์จะต้องหาวิธีการซักถามให้ได้ข้อมูลตรงตามจุดมุ่งหมาย การสัมภาษณ์จะช่วยให้การสังเกตสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และผู้สัมภาษณ์ควรมีการพูดคุยสนทนาเป็นบรรยากาศเป็นกันเองด้วย

3. การทดสอบ เป็นวิธีที่ดีที่จะช่วยให้ผู้สอนทราบสถานภาพของนักเรียน ข้อสอบเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดและประเมินผล การทดสอบการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาจะแสดงร่องรอยการแก้ปัญหาให้ปรากฏ เช่น กระดาษคำตอบ การแสดงวิธีแก้ปัญหาแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้เราทราบว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด มีการวางแผนในการแก้ปัญหายังไง ดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบการแก้ปัญหายังไง

Feletti (1993) กล่าวว่า วิธีวัดการประเมินผลของทักษะการแก้ปัญหามี ดังนี้

1. แบบบันทึกข้อความ เป็นการบันทึกพฤติกรรม หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่สังเกตได้ในการบันทึกผู้สังเกตจะบันทึกข้อความสั้น ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริง ส่วนมากจะบันทึกในสิ่งที่เด่น ๆ สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ผู้บันทึกจะพยายามขจัดความลำเอียงทั้งในแง่บวกและลบเกี่ยวกับเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

2. แบบตรวจสอบรายการเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตอย่างหนึ่งแบบตรวจสอบรายการจะมีรายการของสิ่งที่ผู้สังเกตต้องการสังเกต โดยจะทำเครื่องหมายลงในรายการที่สังเกตเห็น เช่น ขอบแก้ปัญหา ทำงานร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา มีความพยายามแก้ปัญหา คิดหาวิธีที่จะช่วยแก้ปัญหา และดัดแปลงวิธีแก้ปัญหาที่ต่างจากวิธีเดิม

3. ข้อสอบชนิดเลือกตอบ และแบบเติมข้อความ เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดและประเมินผล โดยเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบโจทย์จะให้คำตอบหลาย ๆ คำตอบแล้วให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น ส่วนข้อสอบชนิดเติมคำ หรือ ข้อความนั้นก็มักจะมีลักษณะคล้ายกันแต่โจทย์จะให้ผู้ตอบเติมคำตอบเอง

4. ข้อสอบแบบอัตนัย เป็นลักษณะของข้อสอบจะเป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น แสดงวิธีทำ หรือตอบคำถามได้อย่างอิสระไม่จำกัดจำนวนคำตอบแนะนำเกณฑ์การให้คะแนนในการตรวจสอบการแก้ปัญหาแบบอัตนัยไว้ 3 รูปแบบ คือ การให้คะแนนแบบแยกส่วน การให้คะแนนในภาพรวม และการให้คะแนนแบบประมาณค่า

5. แบบทดสอบ MEQ (Modified Essay Question) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ประเมินทักษะการแก้ปัญหา โดยแบบทดสอบ MEQ ได้เริ่มพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยนิวคาสเซิลในประเทศออสเตรเลีย โดย Engel and Co-Workers เมื่อปี ค.ศ.1975 เพื่อประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิกของนิสิตแพทย์ โดยใช้ในลักษณะอัตนัยเป็นการขยายความคำถามซึ่งประกอบด้วยคำถามเป็นชุด ๆ เสนอเหตุการณ์เป็นตอน ๆ ไป เพื่อให้นักเรียนตอบโดยใช้เหตุผลของการตัดสินใจในการแก้ปัญหาได้

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2550) กล่าวว่า เครื่องมือและวิธีการวัดที่จะใช้วัดทักษะการแก้ปัญหามี 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของผู้สอน การสังเกตที่มีประสิทธิภาพของผู้สอนจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของนักเรียนอย่างชัดเจนการสังเกตการณ์แก้ปัญหามี 2 วิธี คือการสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เมื่อผู้สอนมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับนักเรียน เช่นเวลาที่นักเรียนตอบคำถาม หรือในการทำงานนักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ผู้สอนต้องบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนต่อไป ส่วนการสังเกตอีกประเภทหนึ่ง คือ การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2. การประเมินตนเอง หมายถึง การให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง ว่ามีพฤติกรรมในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรือการร่วมคิดแก้ปัญหาร่วมกับกลุ่ม โดยนักเรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมของนักเรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหาเป็นอย่างดี

4. แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้แก้ปัญหา โดยให้นักเรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่แรกจนถึงขั้นสุดท้ายจะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

จากการศึกษาการวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เครื่องมือและวิธีการวัดที่จะใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาประกอบไปด้วย การวัดแบบสังเกต การวัดแบบประเมินพฤติกรรมการนักเรียน การวัดแบบทดสอบข้อเขียน และแบบทดสอบ MEQ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดการวัดและประเมินทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อสอบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ละ 4 ข้อ ซึ่งอาศัยหลักการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของ Weir (1974) ดังนี้ ชั้นระบุปัญหา ชั้นวิเคราะห์ปัญหา ชั้นสอนวิธีการแก้ปัญหา และชั้นตรวจสอบผลลัพธ์

2.4.6 เกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหา

2.4.6.1 ความหมายของเกณฑ์การประเมิน

Delisle (2001) ได้กล่าวถึงความหมายของเกณฑ์การประเมินว่าหมายถึงแนวทางในการให้คะแนน (Scoring Guideline) ที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Criteria) กับมาตราประมาณค่า หรือระดับคะแนน (Rating Scale) โดย Rubric เป็นแนวทางการให้คะแนนที่ระบุถึงความแตกต่างของผลงานหรือประสิทธิภาพ (Proficiency) ของงาน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรมณ์ (2554) ได้กล่าวถึงความหมายของเกณฑ์การประเมินว่าหมายถึง คือเครื่องมือในการให้คะแนนที่มีการระบุเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน และเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยคุณลักษณะแต่ละระดับค่าคะแนนของชิ้นงานหรือกระบวนการปฏิบัติงานนั้น ๆ

ชานนท์ จันทรา (2555) ได้กล่าวถึงความหมายของเกณฑ์การประเมินว่าหมายถึงแนวทางในการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งสามารถที่จะแยกแยะระดับต่าง ๆ ของความสำเร็จในการเรียนหรือการปฏิบัติของนักเรียน ที่มีความซับซ้อนได้อย่างชัดเจนจากตีมากไปจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข โดยเกณฑ์การประเมินจะมีคำอธิบายคุณภาพ และแยกระดับคุณภาพของแต่ละเกณฑ์อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม ช่วยให้การประเมินมีความชัดเจนเที่ยงตรง และเชื่อมโยงสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้

จากความหมายของเกณฑ์การประเมิน (Scoring Rubrics) สรุปได้ว่าหมายถึงแนวทางในการให้คะแนน ที่ใช้ในการแยกแยะระดับของความสำเร็จในการเรียนหรือการปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน มีระดับสเกลในการให้คะแนนจากตีมากไปจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข ช่วยให้การประเมินผลมีความชัดเจน เที่ยงตรง เป็นรูปธรรม และเชื่อมโยงสัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการ

2.4.6.2 รูปแบบของเกณฑ์การประเมิน

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2550) กล่าวว่า รูปแบบของเกณฑ์การประเมินนั้นจำแนกไว้ด้วยกัน 5 ลักษณะ ได้แก่

1. เกณฑ์การประเมินประกอบด้วยมาตรวัดตามจำนวนระดับความแตกต่างของงานเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) กำหนดค่า 4 5 หรือ 6 เป็นค่าสูงสุดของการประเมินและค่า 1 หรือ 0 เป็นค่าต่ำสุดของการประเมินนั้น
2. มีคำอธิบายทุกระดับของเกณฑ์การประเมินนั้นตามคุณภาพหรือระดับของการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นและไม่ลำเอียงต่อผลประเมิน

3. เกณฑ์การประเมินอาจเป็นประเมินภาพรวม (Holistic) หรือแยกประเด็น (Analytic) ถ้าเป็นการประเมินภาพรวม (Holistic) จะมีเพียงเกณฑ์เดียวอธิบายผลงานหรือการปฏิบัติโดยรวม ถ้าประเมินแยกประเด็น (Analytic) จะมีเกณฑ์การประเมินหลายเกณฑ์ตามมิติที่กำหนดไว้

4. เกณฑ์การประเมินเป็นการประเมินโดยทั่วไปหรือเฉพาะเจาะจงหรือเฉพาะงาน ถ้าเป็นแบบประเมินโดยทั่วไป (Generic) จะเป็นเกณฑ์กว้าง ๆ เช่น เกณฑ์การประเมินผลติดต่อสื่อสาร ถ้าเป็นแบบเฉพาะงาน (Genre) ประเมินการปฏิบัติงานที่มีลักษณะเฉพาะลงมา เช่น การประเมินการเขียนเรียงความถ้าเป็นแบบเฉพาะงาน (Task Specific) เกณฑ์การประเมินจะมีลักษณะเฉพาะงานนั้น ๆ

5. เกณฑ์การประเมินอาจจะเป็นระยะยาวซึ่งจะประเมินความก้าวหน้าหรือพัฒนาการในช่วงหนึ่งเป็นการพัฒนาสู่ความรู้ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา เช่น การประเมินพัฒนาการสู่การปฏิบัติอย่างเชี่ยวชาญ

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2554) กล่าวว่า รูปแบบของเกณฑ์การประเมินนั้นจำแนกไว้ด้วยกัน 2 ลักษณะ ได้แก่

1. เกณฑ์การประเมินในภาพรวม (Holistic Rubrics) เป็นแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากภาพของชิ้นงาน โดยจะมีคำอธิบายลักษณะของงานในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 3-6 ระดับ เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับจะเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากง่ายต่อการกำหนดรายละเอียด ซึ่งจะยึดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยสูง และต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เพราะง่ายต่อการตรวจให้คะแนน เนื่องจากระดับของเกณฑ์ทั้ง 3 ระดับ นั้นจะแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ถ้าใช้ 5 หรือ 6 ระดับ ความแตกต่างระหว่างระดับจะต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งทำให้ยากต่อการตรวจคะแนน

2. เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubrics) เป็นแนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาจากแต่ละส่วนของงานซึ่งแต่ละส่วนต้องกำหนดแนวการให้คะแนนโดยมีคำอธิบายหรือคำอธิบายลักษณะของงานในส่วนนั้น ๆ ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน

คณะกรรมการศูนย์การวัดและประเมินผล (2555) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินมี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. เกณฑ์การแบบแยกประเด็น (Analytic Rubric) เป็นรูปแบบกลางที่ผู้สอนสามารถไปปรับใช้กับวิชาต่าง ๆ มีคำอธิบายทุกระดับของเกณฑ์การประเมินนั้นตามคุณภาพหรือระดับของการปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่น และไม่ลำเอียงต่อผลประเมิน

2. เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic Rubrics) เป็นรูปแบบการประเมินภาพรวม (Holistic) จะมีเพียงเกณฑ์เดียวอธิบายผลงานหรือการปฏิบัติโดยรวม ถ้าประเมินแยกประเด็น (Analytic) จะมีเกณฑ์การประเมินหลายเกณฑ์ตามมิติที่กำหนดไว้

จากรูปแบบของเกณฑ์การประเมินสรุปได้ว่า เกณฑ์การประเมินมี 2 แบบ คือ เกณฑ์การประเมินแบบรวมส่วน (Holistic Rubrics) เป็นเกณฑ์การประเมินที่ระบุคำอธิบายลักษณะ และคุณสมบัติของการปฏิบัติแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน โดยไม่แยกการประเมินออกมาเป็นแต่ละด้าน สำหรับเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubrics) เป็นเกณฑ์การประเมินที่ระบุคำอธิบายลักษณะ และคุณสมบัติของการปฏิบัติแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจนเช่นกัน โดยมีการแยกการประเมินออกมาเป็นแต่ละด้าน ซึ่งการประเมินแบบแยกส่วนจะระบุผลการประเมินได้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น และสามารถ

สะท้อนกลับไปยังนักเรียนได้ตามตรงตามสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบของเกณฑ์การประเมิน โดยใช้รูปแบบเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งจะแบ่งรายการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ตามหลักแนวความคิดการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ Weir (1974) ดังนี้ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์

2.4.6.3 การสร้างเกณฑ์การประเมิน

Kirk (1995) กล่าวว่า การเขียนเกณฑ์เป็นส่วนที่ยากที่สุดในการสร้างเกณฑ์การประเมิน (Rubrics) ซึ่งมี 9 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุสมรรถนะและสิ่งที่ต้องการประเมิน
2. คาดคะเนความสามารถที่นักเรียนจะต้องปฏิบัติ
3. คัดเลือกหลักหรือคุณลักษณะสำคัญที่ต้องการประเมิน
4. พัฒนาคำอธิบายเกณฑ์การประเมินให้เป็นเชิงคุณภาพ
5. ทดลองประเมินและใช้เกณฑ์
6. พัฒนาคำอธิบายให้ดียิ่งขึ้น
7. สร้างเกณฑ์ที่แยกต่างหากสำหรับนักเรียน
8. บริหารและจัดการการประเมิน
9. ทบทวนเกณฑ์ที่สร้างและหาคุณภาพของเกณฑ์

Delisle (2001) กล่าวว่า การสร้างเกณฑ์การประเมินหรือแนวทางในการให้คะแนนนั้น ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเป็นอย่างมากเพราะจะทำให้การประเมินครอบคลุม พร้อมทั้งการให้คะแนนมีความยุติธรรม การสร้างเกณฑ์การประเมินมี ดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าเกณฑ์การให้คะแนนได้เน้นประเด็นที่สำคัญของงาน
2. มีความสอดคล้องระหว่างระดับคะแนนกับจุดมุ่งหมายของการประเมิน

ถ้าจุดมุ่งหมายของการประเมินกว้างและต้องใช้การตัดสินทุก 1 ส่วนของชิ้นงาน ควรจะใช้การประเมินแบบภาพรวม แต่ถ้าการประเมินต้องการสะท้อนกลับให้เห็นความแตกต่างของประเด็นต่าง ๆ ควรใช้การประเมินแบบแยกเป็นรายด้าน

3. ข้อความที่ใช้อธิบายในแต่ละระดับคะแนน ต้องเป็นข้อความที่สามารถประเมินหรือสังเกตได้

4. ควรเป็นนักเรียน ผู้ปกครอง และผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมสร้างเกณฑ์ การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมสร้างเกณฑ์ปฏิบัติงานนั้น ๆ จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้สนใจที่จะทำงาน และจะทำให้เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานนั้น ๆ

5. คุณลักษณะหรือสิ่งที่จะวัดควรนิยามให้ชัดเจน

6. แสดงขั้นตอนหรือลำดับขั้นที่เหมาะสมของคะแนนในแต่ละระดับ เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่น หลีกเลี่ยงการให้คะแนนที่สูงที่สุด การให้คะแนนต่ำเกินไป การให้คะแนนส่วนใหญ่อยู่ตรงกลาง และการให้คะแนนที่เกิดจากความพึงพอใจเป็นการส่วนตัวของครูที่มีต่อนักเรียนคนนั้น

7. ระบบของการให้คะแนนต้องมีความเป็นไปได้คือ การให้คะแนนนิยมแบ่งเป็นระดับคะแนนเป็น 3-8 ดังนั้น ในแต่ละระดับคะแนนต้องมีความชัดเจนและแยกจากกันได้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2554) กล่าวว่า การสร้างเกณฑ์การประเมินหรือแนวทางในการให้คะแนน ซึ่งการสร้างเกณฑ์การประเมินมี ดังนี้

1. กำหนดมิติหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ของพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่คาดหวังว่านักเรียนพึงมีหรือพึงกระทำ
2. พิจารณาตัวอย่างชิ้นงานของนักเรียนเพื่อตรวจสอบว่ามีมิติ หรือองค์ประกอบที่กำหนดไว้ครบถ้วนหรือไม่
3. เขียนนิยามของมิติหรือองค์ประกอบให้ชัดเจน กำหนดเป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะงานที่สามารถสังเกตได้
4. กำหนดระดับของการประเมิน โดยนำพฤติกรรมหรือคุณลักษณะมากำหนดในแต่ละระดับและแต่ละระดับการประเมินที่แตกต่างกัน และจะต้องสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างของนักเรียนอย่างชัดเจน
5. นำเกณฑ์ไปทดลองใช้ประเมินชิ้นงานนักเรียน
6. ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้ประเมินอีกครั้งหนึ่ง
7. นำเกณฑ์การประเมินแจ้งนักเรียน และผู้ปกครองรับทราบ

จากการสร้างเกณฑ์การประเมินสรุปได้ว่า การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนต้องคำนึงถึงกระบวนการในแต่ละขั้นตอน จะต้องมีความสอดคล้องระหว่างคะแนนกับจุดมุ่งหมายของการประเมินเกณฑ์ที่สร้างต้องเป็นรูปธรรมมีความชัดเจน เหมาะสมกับวัย และควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างเกณฑ์การประเมินด้วย

2.4.6.4 ประโยชน์ของการใช้เกณฑ์การประเมิน

Kirk (2002) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินมีประโยชน์หลายประการ สำหรับการประเมินประการแรกเกณฑ์ การประเมินจะเพิ่มความสอดคล้องของการให้คะแนนต่อจุดประสงค์ที่ต้องการ เพราะเกณฑ์การประเมินบอกรายละเอียด เพื่อใช้ในการสังเกตความสามารถของนักเรียนได้อย่างแม่นยำ เมื่อต้องประเมินนักเรียนจำนวนมากในชั้นเรียนขนาดใหญ่ ประการที่สองเกณฑ์การประเมินสามารถปรับปรุงการเรียนการสอนในชั้นเรียน เนื่องจากเกณฑ์การประเมินจะบอกถึงความต้องการและความคาดหวังของผู้สอน ทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่จะมุ่งเน้นการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเป้าหมายในการเรียน

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2554) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินเป็นแนวทางในการให้คะแนน (Scoring Guide) ซึ่งสามารถที่จะแยกแยะระดับต่าง ๆ ของความสำเร็จในการเรียนหรือการปฏิบัติของนักเรียนได้อย่างชัดเจนจากดีมากไปจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข และเกณฑ์การประเมินนั้นเปรียบเสมือนเป้าหมายในการเรียนที่นักเรียนจะต้องทราบ เกณฑ์การประเมินยังทำให้ว่านักเรียนทำอะไร ได้บ้าง และรู้อะไรบ้าง และยังช่วยนักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

คณะกรรมการศูนย์การวัดและประเมินผล (2554) กล่าวว่า เกณฑ์การประเมินนอกจากจะใช้เพื่อประเมินชิ้นงานและภาระงานแล้ว ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสอนได้อย่างดี โดยให้นักเรียนได้ทราบว่าผู้สอนควรหวังอะไรบ้างจากชิ้นงานที่มอบหมาย หรือให้นักเรียนร่วมในการสร้างเกณฑ์ก็จะทำให้เกิดการมีส่วนร่วมและรับผิดชอบ เกณฑ์การประเมินช่วยให้ภาพที่ชัดเจนดีกว่าคำสั่ง

และหากมีตัวอย่างชิ้นงานประกอบให้นักเรียนได้ช่วยกันพัฒนา การอภิปรายโดยใช้เกณฑ์ที่ร่วมกันสร้างขึ้น ก็จะทำให้ นักเรียนสามารถแยกแยะได้ว่าชิ้นงานที่มีคุณภาพเป็นอย่างไร

จากประโยชน์ของเกณฑ์การประเมินสรุปได้ว่า เกณฑ์การประเมินมีส่วนช่วยให้การให้คะแนนมีความสอดคล้องกับสิ่งที่จะประเมิน สามารถแยกแยะระดับความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน และเกณฑ์การประเมินยังช่วยในการจัดการเรียนการสอน โดยทำให้นักเรียนทราบถึงความต้องการหรือเป้าหมายที่แท้จริงในการเรียนรู้ตลอดจน ทำให้นักเรียนมีความสนใจการเรียนมากขึ้นอีกด้วย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

ศศิวิมล สนทัญญู (2559) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเกม ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเกม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลางมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 40.37 และ 2) นักเรียนมีการคิดแก้ปัญหา หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเกมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลางมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 49.09

แคทลียา เคนทุม (2560) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับการเรียนรู้ร่วมมือแบบแข่งขันเป็นทีม (TGT) ต่อมนิเทศสารละลายและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart (1988) แบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า การปฏิบัติการของวงจรที่ 1 มาปรับกิจกรรมสำหรับการปฏิบัติการในวงจรที่ 2 คือในขั้นที่ 1 ลดจำนวนกิจกรรมบางส่วนออกเพื่อลดเวลาและขั้นที่ 2 มีการมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าในเบื้องต้นก่อนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนในวงจรที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมในขั้นที่ 3 โดยไม่มีการอธิบายกติกาแต่เพิ่มเวลาให้กับการถามตอบจากโจทย์ที่กำหนด นักเรียนมีมนิเทศสารละลายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมนิเทศสารละลายที่ระดับความเข้าใจสมบูรณ์ (SU) และความเข้าใจบางส่วน (PU) เพิ่มขึ้น และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (SM) และไม่เข้าใจ (NU) ลดลงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียวของคะแนนหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน (เก่ง กลาง และอ่อน) มีมนิเทศสารละลายและความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ธวัชรรัตน์ ศรีวิลาศ (2561) ศึกษาผลของบอร์ดเกมที่มีต่อการเพิ่มความจำขณะทำงานด้านภาพ และมิติสัมพันธ์ของนักเรียนวัยก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนอายุระหว่าง 4-6 ปี ที่อยู่ในมูลนิธินักเรียน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน เครื่องมือสำหรับการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกข้อมูลทั่วไป เครื่องมือทดสอบความจำขณะทำงานด้านภาพ และมิติสัมพันธ์ (Corsi Block-Tapping Test) และบอร์ดเกมทั้งหมด 5 เกม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการฝึกบอร์ดเกมเพื่อเพิ่มความจำขณะทำงานด้านภาพและมิติสัมพันธ์ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านความจำขณะทำงานด้านภาพและมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกบอร์ดเกมเพื่อเพิ่มความจำขณะทำงานด้านภาพ และมิติสัมพันธ์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านความจำขณะทำงานด้านภาพ และมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Liu (2011) ศึกษาผลของเกมจำลองสถานการณ์ต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหาเชิงคำนวณ การศึกษานี้จึงวิเคราะห์ข้อเสนอแนะ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน 117 คนในเกมจำลองสถานการณ์ ซึ่งออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้การแก้ปัญหาเชิงคำนวณ ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้การแก้ปัญหาเชิงคำนวณด้วยเกม มีการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการบรรยายแบบเดิม นอกจากนี้ยังเพิ่มแรงจูงใจภายในของนักเรียน เมื่อเรียนรู้ด้วยเกมจำลองสถานการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดระหว่างสถานะประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน และกลยุทธ์การแก้ปัญหา นอกจากนี้นักเรียนยังมีการใช้เหตุผลเชิงวิเคราะห์เพื่อเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาเชิงคำนวณ

Namgyel (2017) ศึกษาการพัฒนาการจำลองและเกมในวงจรการเรียนรู้ 5E เพื่อสอนเอฟเฟกต์โฟโตอิเล็กทริกสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่รวมเอาการจำลอง และเกมเข้ากับวงจรการเรียนรู้ 5E เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับเอฟเฟกต์โฟโตอิเล็กทริกและทัศนคติในการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ นักเรียน 31 คนในภูฏาน ทำความเข้าใจก่อนและหลังของนักเรียนเกี่ยวกับเอฟเฟกต์โฟโตอิเล็กทริก ถูกวัดโดย การทดสอบการประเมินผลแบบโฟโตอิเล็กทริก (PECE) นอกจากนี้ยังมีการสำรวจทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้โดยใช้แบบสำรวจทัศนคติมัลติมีเดีย (MAS) การสัมภาษณ์รายบุคคล และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าทีวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์แบบอุปนัย ผลการวิจัยจาก PECE พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนและหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 12.94 (S.D. = 3.81) และ 16.94 (S.D. = 3.12) ตามลำดับ หน่วยการเรียนรู้แบบจำลองและเกมช่วยให้นักเรียนที่เข้าร่วมปรับปรุงความเข้าใจเกี่ยวกับเอฟเฟกต์โฟโตอิเล็กทริกได้อย่างมีนัยสำคัญ ($t = 7.79, p < .05$)

Wulandari (2019) ศึกษาผลการพัฒนาแผนการสอนวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา Pesawat Sederhana ด้วยวงจรการเรียนรู้ 5E และเกมเพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E และเกม กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 38 คน

ของ State Junior High School 47 Surabaya ในปีการศึกษา 2015/2016 งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยพัฒนาโดยการปรับใช้แบบจำลอง 4D เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลใช้เชิงพรรณนาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการจัดการเรียนรู้วงจรการเรียนรู้ 5E และเกมโดยการปรับใช้แบบจำลอง 4D ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและบอร์ดเกม สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้เกิดการพัฒนารการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับบอร์ดเกม เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง พันธะเคมีเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนนวมลาไสย อำเภอนวมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขต 24 จำนวน 10 ห้องเรียน รวม 350 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนนวมลาไสย จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 4 แผน รวม 12 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา วัดทักษะ 4 ด้าน ตามแนวคิดของ Weir (1974) ได้แก่ ด้านระบุปัญหา ด้านการวิเคราะห์ปัญหา ด้านการออกแบบการแก้ไขปัญหา และด้านการตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหา แบบอัตนัยจำนวน 3 สถานการณ์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

3.3.1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกมลาลัย อำเภอกมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์ จากนั้นวิเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดในการใช้เกมประกอบกิจกรรมการสอน

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องพันธะเคมี ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
พันธะไอออนิก	1. อธิบายเกี่ยวกับกฎออกเตต การเกิดพันธะไอออนิก และโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก 2. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิกได้	1. กฎออกเตต 2. การเกิดพันธะไอออนิก 3. สูตรและการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	3
พันธะโคเวเลนต์	1. อธิบายเกี่ยวกับการเกิดพันธะโคเวเลนต์ 2. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ได้ 3. ทำนายรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์เมื่อทราบจำนวนพันธะและจำนวนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว รอบอะตอมกลางได้	1. การเกิดพันธะโคเวเลนต์ 2. เขียนสูตรและเรียกชื่อสารโคเวเลนต์ 3. รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์	3
พันธะโลหะ	1. อธิบายการเกิดพันธะโลหะและใช้ความรู้เรื่องพันธะโลหะอธิบายสมบัติของโลหะได้ 2. สรุปสมบัติของธาตุและสารประกอบของธาตุตามคาบเกี่ยวกับจุดหลอมเหลว จุดเดือดความเป็นกรด-เบสของสารประกอบคลอไรด์และออกไซด์ของธาตุในคาบที่ 2 และ 3 ได้	1. การเกิดพันธะโลหะ 2. สมบัติของพันธะโลหะ 3. สมบัติของธาตุกึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี	3

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เนื้อหา	เวลา (ชั่วโมง)
	3. เปรียบเทียบสมบัติของธาตุไฮโดรเจนกับธาตุหมู่ IA และหมู่ VIIA ได้ 4. อธิบายสมบัติของธาตุกึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยานิวเคลียร์บางปฏิกิริยาได้		
การใช้ประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์ และโลหะ	1. บอกสมบัติ ประโยชน์และโทษของธาตุและสารประกอบที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้	สารประกอบไอออนิก สารโคเวเลนต์และโลหะ มีสมบัติเฉพาะตัวบางประการที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว การละลายน้ำ การนำไฟฟ้า จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม	3

3.3.1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกม ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องพันธะเคมี จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง จากนั้นเลือกบอร์ดเกมที่ใช้ในการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน โดยบอร์ดเกมที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แสดงดังตารางที่ 3.2

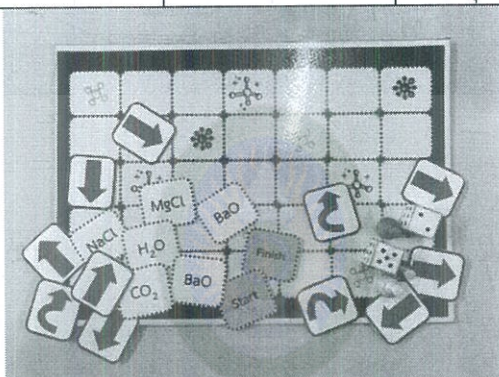
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กิจกรรม	วัตถุประสงค์ของเกม	อุปกรณ์	วิธีการดำเนินกิจกรรม
แผนที่ 1 ใช้เกมโค้ดดิ้ง พันธะไอออนิก	1. เพื่อฝึกทักษะการสังเกตธาตุ 2. เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา	1. กระดานโค้ดดิ้ง 2. ลูกศร 3. รูปร่างโมเลกุล 4. สิ่งกีดขวาง	1. วางแผนโค้ดดิ้ง วางสิ่งกีดขวางและชื่อสารประกอบไอออนิก กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

กิจกรรม	วัตถุประสงค์ ของเกม	อุปกรณ์	วิธีการดำเนินกิจกรรม
	3. เพื่อความสนุก ในการเรียน		2. เริ่มเกมโดยสุ่มจับลูกศรคนละ 3 ชิ้น วางแผนการเดินทาง ตามลูกศรเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง และเก็บไอเท็มพิเศษ 3. ไอเท็มพิเศษจะมีคะแนนที่ แตกต่างกันไป ผู้เล่นคนใดเดิน ถึงเส้นชัยและมีคะแนนเยอะ ที่สุด จะเป็นผู้ชนะในเกมนี้



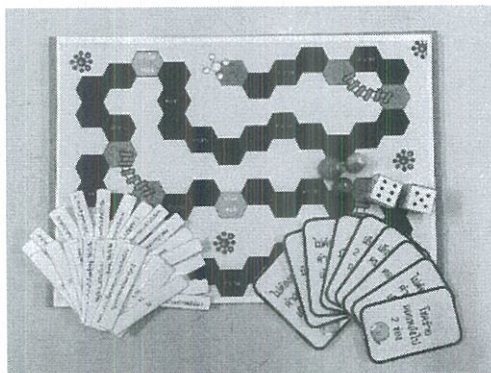
ภาพที่ 3.1 บอร์ดเกมโค้ดดิ้งพันธะไอออนิก

แผนที่ 2 ใช้เกมบันไดงู โคเวเลนต์	1. เพื่อฝึกทักษะการ สังเกตธาตุ 2. เพื่อส่งเสริม ทักษะการ แก้ปัญหา 3. เพื่อความสนุกใน การเรียน	1. กระดานเกม 2. ลูกเต๋า 3. การ์ดพิเศษ 4. ตัวละครในเกม	1. ใช้ผู้เล่น 4-6 คน 2. ให้ผู้เล่นเลือกตัวละครที่ต้องการ ทำการเลือกผู้เล่นคนแรกและ เรียงไปจนครบ 5 คน 3. ผู้เล่นคนแรกทอยลูกเต๋าเพื่อเดิน ในกระดาน โดยในแต่ละช่องที่ เดินจะมีคำถาม เช่น รูปร่าง โมเลกุลของน้ำคืออะไร ตอบได้ เดินไป 2 ช่อง ตอบไม่ได้เดิน ถอยหลัง 1 ช่อง 4. หากผู้เล่นได้รับการพิเศษ การ์ดพิเศษบ้างใบจะบอกให้ เดินหน้าและแก้มเพื่อนได้ 5. เมื่อใดก็ตามที่มีผู้เล่นคนใด เดิน ไปถึงเส้นชัยจะเป็นผู้ชนะในเกม
----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(ต่อ)

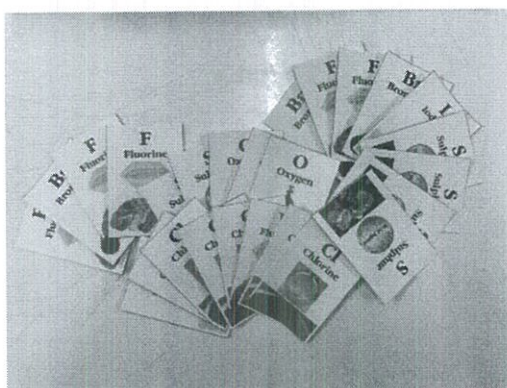
ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

กิจกรรม	วัตถุประสงค์ ของเกม	อุปกรณ์	วิธีการดำเนินกิจกรรม
---------	------------------------	---------	----------------------



ภาพที่ 3.2 บอร์ดเกมบันไดงูโคเวเลนต์

แผนที่ 3 ใช้เกม พันธะ อะไรเอ่ย	<ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อฝึกทักษะการสังเกตธาตุ 2. เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา 3. เพื่อความสนุกในการเรียน 	การ์ดธาตุ จำนวน 81 ใบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้เล่นที่ได้รับแจกการ์ดใบแรกทำการจับการ์ดในกองของตน เพื่อหยางขึ้นโดยไม่ดูก่อน 2. แจกการ์ดให้กับผู้เล่นคนละ 5 ใบ ผู้เล่นคนแรกจะทำการสุ่มการ์ดจากกองกลาง แล้วทิ้งการ์ดที่ไม่ต้องการออกไป 3. หากมีผู้เล่นคนใดสามารถสร้างพันธะได้ 1 พันธะ ให้ทิ้งการ์ดนั้นออกมา เช่น ใช้การ์ด Ca 1 ใบ กับ การ์ด Cl 2 ใบ สร้างเป็นพันธะไอออนิก 4. ผู้เล่นคนใดสร้างพันธะได้ครบสองพันธะก่อนจะเป็นผู้ชนะ
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

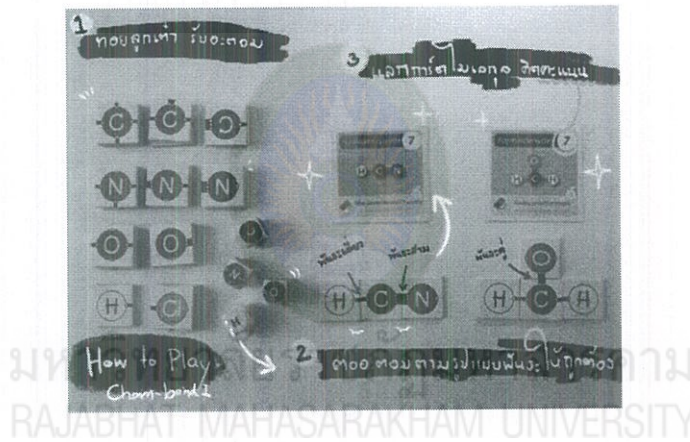


ภาพที่ 3.3 บอร์ดเกมพันธะอะไรเอ่ย

(ต่อ)

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

กิจกรรม	วัตถุประสงค์ของเกม	อุปกรณ์	วิธีการดำเนินกิจกรรม
แผนที่ 4 ใช้เกมสุด ยอดนักเคมี	1. เพื่อฝึกทักษะการ สังเกตธาตุ 2. เพื่อส่งเสริม ทักษะการแก้ปัญหา 3. เพื่อความสนุกใน การเรียนรู้	1. การ์ด โมเลกุล 2. การ์ด อะตอม 3. ลูกเต๋า	1. ทอยเต๋าเพื่อรับอะตอม สะสมและเรียงการ์ด โมเลกุลที่ต้องการจะสังเคราะห์ 2. นำแผ่นอะตอมมาต่อกันแบบโดมิโน สังเกต เส้นสีดำที่มีจำนวนจุดตรงกันเกิดเป็นพันธะ เดี่ยว คู่ สาม 3. แลกแผ่นอะตอมที่ต่อได้ถูกต้องกับการ์ด โมเลกุล ได้คะแนนตามที่ระบุไว้มุมขวาบน จบ เกมใครมีคะแนนจากการ์ดโมเลกุลมากที่สุด จะ เป็นผู้ชนะ



ภาพที่ 3.4 บอร์ดเกมสุดยอดนักเคมี

3.3.1.4 สร้างเกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละสถานการณ์ของข้อคำถาม คือ คะแนนเต็ม 12 คะแนน ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละสถานการณ์ในการเล่นบอร์ดเกม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
การระบุปัญหา	นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของปัญหาในเกมได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของปัญหาในเกมได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถบอกสาเหตุของปัญหาในเกมได้
การวิเคราะห์ปัญหา	นักเรียนสามารถวิเคราะห์จำแนกแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาในการเล่นเกมที่ถูกต้อง	นักเรียนสามารถวิเคราะห์จำแนกแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์จำแนกแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาได้
การออกแบบการแก้ปัญหา	แก้ไขปัญหากจากแผนที่วางไว้ร้อยละ 70 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและผลแต่ละขั้นตอนครบถ้วน	แก้ไขปัญหากจากแผนที่วางไว้ร้อยละ 50 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและผลแต่ละขั้นตอนครบถ้วน	แก้ไขปัญหากจากแผนที่วางไว้้น้อยกว่าร้อยละ 50 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและผลแต่ละขั้นตอนครบถ้วน
การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	ประเมินผลของปัญหาในการเล่นเกมนำผลการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสมและนำไปใช้ได้จริง	ประเมินผลของปัญหาในการเล่นเกมนำผลการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ได้แต่นำไปใช้จริงไม่ได้	ไม่สามารถประเมินผลของปัญหาในการเล่นเกมและนำผลการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ได้

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่อง พันธะเคมี และเกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมที่สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบการสอน และความเหมาะสมของภาษาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงคำอธิบายที่ใช้ในใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมให้ชัดเจนเข้าใจง่าย

3.3.1.6 นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ร่วมกับบอร์ดเกม ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประเมินคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความชัดเจน ความเป็นไปได้ ในการนำไปใช้และความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert โดยถือเกณฑ์การประเมินระดับคะแนนเฉลี่ย โดยประเมินความเหมาะสม 5 ระดับ ดังนี้ (อริญ ชุยกระเดื่อง, 2557)

ระดับ 5 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) รองศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ สีหานาม ปร.ด. (เคมี) อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน ปร.ด. (คอมพิวเตอร์ศึกษา) อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเกมการศึกษา

3) นายสรภตข ฆารโสภณ กศ.ม.(หลักสูตรและการสอน) ครูชำนาญการพิเศษ คุณครูประจำโรงเรียนกมลาไสย อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและการวัดประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3.1.7 นำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งระดับความเหมาะสมต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไปจึงถือว่าเป็นแผนการเรียนรู้ที่ใช้ได้ พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.68 – 4.89 (S.D. = 0.31-0.46) เมื่อเทียบกับเกณฑ์อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด (ภาคผนวกที่ 5, น. 125)

3.3.1.8 ปรับปรุงแผนการเรียนรู้ที่ใช้ร่วมกับบอร์ดเกม และเกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ตรวจสอบสระ วรรณยุกต์ อักษร ตรวจสอบการเว้นวรรคตอน และตรวจสอบรูปแบบของตัวอักษร

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกม และเกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม ที่ปรับปรุงแก้ไขสมบูรณ์ จัดพิมพ์เป็นเครื่องมือในการวิจัย เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Weir (1974) แบบอัตนัย จำนวน 6 สถานการณ์ 4 ข้อ โดยการกำหนดสถานการณ์ และมีคำถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาความหมายและองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหา และการสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของการแก้ปัญหา และจัดทำตารางวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์องค์ประกอบของการแก้ปัญหาและจำนวนข้อสอบ

องค์ประกอบของการแก้ปัญหา	จำนวนข้อสอบ	
	ที่สร้างขึ้น	ใช้ได้
1. การระบุปัญหา	6	3
2. การวิเคราะห์ปัญหา	6	3
3. การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา	6	3
4. การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา	6	3
รวม	24	12

3.3.2.3 สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 6 สถานการณ์ 24 ข้อ เป็นแบบวัดชนิดอัตนัยตามแนวคิดของ Weir (1974)

3.3.2.4 สร้างเกณฑ์การประเมินแบบวัดการแก้ปัญหา เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละสถานการณ์ของข้อคำถาม คือ คะแนนเต็ม 16 คะแนน ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหา (Rubrics)

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
	4	3	2	1	0
ระบุปัญหา	บอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้องมากกว่า 3 ประเด็น	บอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 3 ประเด็น	บอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 2 ประเด็น	บอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง 1 ประเด็น	ไม่บอกสาเหตุของปัญหาได้และไม่ตรงประเด็น
วิเคราะห์ปัญหา	สามารถบอกวิธีการปัญหาได้มากกว่า 3 วิธีขึ้นไป	สามารถบอกวิธีการปัญหาได้ 3 วิธี	สามารถบอกวิธีการปัญหาได้ 2 วิธี	สามารถบอกวิธีการปัญหาได้ 1 วิธี	ไม่สามารถบอกวิธีการปัญหาได้

(ต่อ)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				
	4	3	2	1	0
ออกแบบวิธีการแก้ไข ปัญหา	อธิบาย/เขียน ขั้นตอนการ แก้ปัญหาที่ เหมาะสม และให้ เหตุผล ประกอบได้	อธิบาย/เขียน ขั้นตอนการ แก้ปัญหาที่ เหมาะสมแต่ ไม่สามารถ นำไปปฏิบัติ ได้จริง	อธิบาย/เขียน ขั้นตอนการ แก้ปัญหาที่ เหมาะสมแต่ ไม่เหมาะสม	อธิบาย/เขียน ขั้นตอนการ แก้ปัญหาได้ บางส่วน	ไม่สามารถ อธิบายแต่ เขียน ขั้นตอนการ แก้ปัญหาได้
ตรวจสอบผล ในการแก้ไข ปัญหา	นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหาได้ เหมาะสม และให้ เหตุผล ประกอบได้	นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหาได้ เหมาะสม และให้ เหตุผล ประกอบได้ บางส่วน	นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถ ให้เหตุผล ประกอบได้	นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหาได้ ไม่เหมาะสม แต่ให้เหตุผล ประกอบได้ บางส่วน	ไม่สามารถ นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหาได้

3.3.2.5 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบการสอน และความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ตรวจสอบสระ วรรณยุกต์ อักษร และรูปแบบของตัวอักษรให้ชัดเจน

3.3.2.6 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมตรวจสอบลักษณะ การใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้โดยพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะ พฤติกรรมแล้วเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้องตรวจสอบคุณภาพและสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง โดยใช้ค่า IOC ดังนี้

- +1 หมายถึง สอดคล้อง แบบทดสอบมีคุณภาพตามประเด็นที่กำหนด
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบมีคุณภาพตามประเด็นที่กำหนด
- 1 หมายถึง ไม่สอดคล้อง แบบทดสอบไม่มีคุณภาพตามประเด็นที่กำหนด

เกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมจะอยู่ที่ค่าเฉลี่ย 0.50-1.00 ซึ่งเป็นเกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่เป็นเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหามีค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 (ตารางภาคผนวกที่ ง.6)

3.3.2.7 นำแบบประเมินมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ เพิ่มรายละเอียดในบางข้อคือ ใส่สูตรโมเลกุลตามหลังชื่อสารประกอบบางตัวที่ตกหล่นและให้ตรวจสอบ ความถูกต้องของตำแหน่งว่ามีการเคลื่อนของอักษรหรือไม่

3.3.2.8 นำแบบวัดการแก้ปัญหาไปทดลองสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4/4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อปรับปรุง เนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ

3.3.2.9 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จากสูตร Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2562) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 (ไพศาล วรคำ, 2562) จำนวน 3 สถานการณ์ ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา มีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.38 – 0.65 (ตารางภาคผนวกที่ ง 7, น. 126)

3.3.2.10 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาจำนวน 3 สถานการณ์ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรคำ, 2562) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 0.69 (ตารางภาคผนวกที่ ง 8, น. 128)

3.3.2.11 จัดพิมพ์แบบวัดการแก้ปัญหาเพื่อไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนกมลาลัย จำนวน 40 คน อำเภอกมลาลัย จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว (Group Designs in Experimental Research) ดังนี้

X - O

เมื่อ X หมายถึง การได้รับการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้

O หมายถึง การวัดและการสังเกตหลังการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนกมลาลัย จำนวน 40 คนโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม จำนวน 4 แผน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และใบงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกม

3.4.2 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และก่อนลงมือทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ชี้แจงถึงวัตถุประสงค์การวิจัยและขั้นตอนการทำแบบวัดให้นักเรียนเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนลงมือทำแบบวัดตามความเป็นจริง

3.4.3 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และใบงาน แล้วบันทึกเป็นคะแนนระหว่างเรียน และตรวจแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แล้วบันทึกเป็นคะแนนหลังเรียน

3.4.4 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วนำไปวิเคราะห์ผลตามวิธีการทางสถิติต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัย ดำเนินการดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุศาสตร์ โดยการหาค่าร้อยละ (E_1/E_2) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ การผ่านการประเมินร้อยละ 75/75

3.5.2 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหา หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยการสถิติทดสอบ ที่ชนิดกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One Sample t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean, \bar{X}) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 ร้อยละ (Percentage, %) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-2)$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

3.6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3-3)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	X_i	แทน	คะแนนของคนที่ i
	n	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 คำนวณหาประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{A} \times 100 \quad (3-4)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X_1$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรม ในระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในระหว่างเรียน

3.6.2.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{B} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X_2$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.6.2.3 วิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยใช้วิธีของ Rovinelli and Hambleton ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2562)

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3-6)$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	เป็นคะแนนของระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.6.2.4 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้สูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของ Whitney and Sabers ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2562)

$$D = \frac{SH - SL}{n(X_{max} - X_{min})} \quad (3-7)$$

เมื่อ	D	เป็นอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	เป็นผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	n	เป็นจำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	เป็นคะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	เป็นคะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.6.2.5 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้สูตรการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's Alpha Coefficient Method) ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรรค้ำ, 2562)

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (3-8)$$

เมื่อ	α	เป็นค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
	k	เป็นจำนวนข้อสอบ
	S_i^2	เป็นความแปรปรวนของคะแนนข้อที่
	S_t^2	เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวม

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 เปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหา เรื่องฟังก์ชันเคมี หลังเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยการทดสอบที (One Sample t-test) ของ Kolmogorov – Smirnov ใช้สูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2562)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} ; = n - 1 \quad (3-9)$$

เมื่อ	t	เป็นค่าสถิติทดสอบที
	\bar{X}	เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	เป็นค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ
	S	เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
t	แทน	ค่าวิกฤตใน t- Distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of Freedom)

4.2 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี กับเกณฑ์ ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี จำนวน 4 แผน รวมเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นผู้วิจัยได้นำกิจกรรมไปทดลองจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ทั้งหมด 4 แผนการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กฎออกเตต แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สมบัติและปฏิกิริยาของสารไอออนิก แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การเกิดพันธะโคเวเลนต์ แล้วทำการเก็บคะแนนระหว่างเรียนจากการทำใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และใบงาน จากทุกแผนการจัดการเรียนรู้ รวม 96 คะแนน (ภาคผนวก จ.3) และเก็บคะแนนหลังจากที่นักเรียน เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี จากการวัดทักษะ การแก้ปัญหาหลังเรียน ด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา รวม 48 คะแนน (ภาคผนวก จ.4) จากนั้น นำคะแนนของนักเรียนที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบอร์ดเกม โดยการหาค่าเฉลี่ยและคะแนน เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการทำใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม แบบฝึกหัดแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี และคะแนนจากการวัดทักษะการแก้ปัญหา

	รายการคะแนน								คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหา	
	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4			รวม
	ใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม	ใบงาน (12)	ใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม	ใบงาน (12)	ใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม	ใบงาน (12)	ใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม	ใบงาน (12)		
รวม	326	310	367	338	415	392	419	402	2969	1598
\bar{x}	8.15	7.75	9.18	8.45	10.38	9.80	10.48	10.05	74.23	39.95
S.D.	7.16	8.56	3.56	4.15	8.35	8.22	8.17	5.85	11.76	1.80
ร้อยละ									77.32	83.23
$E_1/E_2 = 77.32/83.23$										

จากตารางที่ 4.1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี (E_1) จากใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม และใบงานในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.32 และคะแนนเฉลี่ยจากการวัดทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียน (E_2) จากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 83.23 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกมที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธุเคมี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.32/83.23 (E_1/E_2) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนของทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ชั้นร่วมกับบอร์ดเกม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏดังตารางที่ 4.2 และ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ร้อยละคะแนนของทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การแก้ปัญหา	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์ร้อยละ 70	\bar{x}	S.D.	df	t-test
คะแนนหลังเรียน	40	48	33.6	39.95	1.80	39	22.35*

หมายเหตุ. *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหา เรื่องพันธุเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ด้วยแผนจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ชั้นร่วมกับบอร์ดเกม ของนักเรียนจำนวน 40 คน จากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ พบว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาเฉลี่ยของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 39.95 (S.D. = 1.80) และเมื่อนำไปทดสอบด้วยสถิติ t-test เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่ามีค่า t เท่ากับ 22.35 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.3 ร้อยละคะแนนรายด้านของทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การแก้ปัญหา	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	คะแนนเกณฑ์ ร้อยละ 70	\bar{x}	S.D.	df	t-test
ด้านที่ 1 การระบุ ปัญหา	40	12	8.40	10.65	0.94	39	15.00*
ด้านที่ 2 วิเคราะห์ ปัญหา	40	12	8.40	9.90	1.01	39	9.42*
ด้านที่ 3 การออกแบบ วิธีแก้ไขปัญหา	40	12	8.40	9.20	1.52	39	3.32*
ด้านที่ 4 การ ตรวจสอบผลในการ แก้ไขปัญหา	40	12	8.40	10.33	0.86	39	14.17*

หมายเหตุ. *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายด้านของทักษะการแก้ปัญหาหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแผนจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นร่วมกับบอร์ดเกมของนักเรียนจำนวน 40 คน จากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เมื่อนำไปทดสอบด้วยสถิติ t-test เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการระบุปัญหามีค่า t เท่ากับ 15.00 ($\bar{x} = 10.65$, S.D. = 0.94) ด้านวิเคราะห์ปัญหามีค่า t เท่ากับ 9.42 ($\bar{x} = 9.90$, S.D. = 1.01) ด้านการออกแบบวิธีแก้ไขปัญหามีค่า t เท่ากับ 3.32 ($\bar{x} = 9.20$, S.D. = 1.52) และด้านการตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหามีค่า t เท่ากับ 14.17 ($\bar{x} = 10.33$, S.D. = 0.86) มีความแตกต่างกับเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกด้าน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

5.1.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกมลาลัย (E₁/E₂) มีค่าเท่ากับ 77.32/83.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ระดับ 75/75

5.1.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกมลาลัย ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ (E₁/E₂) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี มีค่าเท่ากับ 77.32/83.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีการศึกษาข้อมูลและขั้นตอนเป็นไปตามขั้นตอนการสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพ กล่าวคือ มีการตรวจสอบแก้ไขตามข้อเสนอแนะของกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และได้ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาขององค์ประกอบของบอร์ดเกม และมีการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้กระบวนการจัดการเรียนรู้ และกระบวนการวัดประเมินผล จากเหตุผลดังกล่าวทำให้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับบอร์ดเกม ที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 และมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ Gardner (1999) และ Rodilla (2012) ที่กล่าวไว้ว่าบอร์ดเกมทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติจริงเกิดการเรียนรู้

ด้วยตนเองจากการลงปฏิบัติกิจกรรมจริงทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในการเรียนและการนำบอร์ดเกมมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอน ยังมีความสำคัญและประโยชน์ต่อนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่นเปิดพื้นที่และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตจริง ใช้วัสดุที่น่าสนใจให้นักเรียนได้สัมผัสเสริมสร้างการเรียนรู้แก่นักเรียนผ่านความสนุกที่ได้จากบอร์ดเกม ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีวิจารณญาณในการวางแผนและแก้ไขปัญหา ช่วยให้นักเรียนได้ผ่อนคลาย ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนทักษะหลายอย่างเช่นการสังเกตสีหน้า คำพูด หรือท่าทางการแสดงออก การให้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารกันในกลุ่ม และการมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด จึงส่งผลให้คะแนนหลังเพิ่มขึ้นเนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทักษะและเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาติ แสนพิช (2559) ที่ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ขั้นเตรียมการ (Preparation) ขั้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) และขั้นการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 80.90/81.67 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 3.87$) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลทิพย์ จันทร์จำปา (2562) ที่ศึกษาการพัฒนาเกมการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าประสิทธิภาพของเกมการศึกษา เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 83.17/81.36 และผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อเกมการศึกษาอยู่ในระดับดี

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธะเคมี กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าคะแนนการแก้ปัญหาเฉลี่ยของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 36.02 (S.D. = 1.71) เมื่อนำไปทดสอบด้วยสถิติ t-test พบว่ามีค่าเท่ากับ 22.35 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 และเมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายด้าน พบว่าคะแนนด้านการระบุปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งมีค่า t เท่ากับ 15.00 ($\bar{x} = 10.65$, S.D. = 0.94) เนื่องจากในการระบุสาเหตุของปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ของปัญหาอย่างละเอียด โดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจที่จะดำเนินการแก้ไขสถานการณ์ของปัญหาว่าสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร และใช้เหตุผลใดในการคิดหาวิธีแก้ปัญหาให้ตรงกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยด้านการระบุปัญหาของนักเรียนมีค่าสูงที่สุด และที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในด้านการออกแบบวิธีแก้ไขปัญหามีค่า t เท่ากับ 3.32 ($\bar{x} = 9.20$, S.D. = 1.52) อาจเนื่องจากการออกแบบวิธีการหาคำตอบจากสมมติฐาน นักเรียนจะต้องออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ โดยนักเรียนต้องศึกษาถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นของปัญหา และใช้เหตุผลในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดยจะต้องรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี จากนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม จากนั้นพิจารณาเลือกวิธีแก้ปัญหาวิธีที่ดีที่สุด และเป็นไปได้มากที่สุดเพื่อให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยเหตุนี้นักเรียนจึงมีคะแนนด้านการออกแบบวิธีแก้ไขปัญหาน้อยที่สุด

ซึ่งผลการวิจัยที่พบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิวิมล สนิทบุญ (2559) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเกม ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีมโนทัศน์และการคิดแก้ปัญหา หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเกมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลางมีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 49.09 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทราวรรณ สุรธนาปี (2563) ที่ศึกษาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะแก้ปัญหาของนักเรียนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะแก้ปัญหาของนักเรียน ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดกิจกรรมครูควรอธิบายหรือชี้แนะนักเรียนเพื่อให้เกิดเข้าใจที่ตรงกัน และแม่นยำ เพราะอาจจะทำให้นักเรียนเข้าใจตกทอดผิดพลาดได้

5.3.1.2 ครูผู้สอนต้องให้กำลังใจ และร่วมกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนด้วยจะทำให้บรรยากาศในห้องเรียนเป็นกันเอง และนักเรียนมีความสุขในการเรียน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากการวิจัยพบว่าการเล่นเกมจะช่วยให้นักเรียนมีความสนุกในการเรียน เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ จึงควรทำวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบ 5 ขั้นร่วมกับบอร์ดเกม

5.3.2.2 จากการวิจัยพบว่าการจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนให้มีเกมการแข่งขันเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนมีการวางแผนการทำงานร่วมกัน โดยอาศัยความสามัคคี ความร่วมมือ และการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน จึงควรทำวิจัยเกี่ยวกับทักษะการทำงานเป็นทีมในการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบ 5 ขั้นร่วมกับบอร์ดเกม เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

บรรณานุกรม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กชนนท์ ขวัญพุ่ม. (2020). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน.ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน.พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทยจำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามลดา.
- คณาภรณ์ รัตมีมารีย์. (2561). Education game การสอนโดยใช้เกม. สืบค้นจาก <http://khunanonchan.blogspot.com/2018/02/blog-post.html>
- แคทลียา เคนทุม. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับการเรียนรู้ร่วมมือแบบแข่งขันเป็นทีม (TGT) ต่อมนโนติสารละลายและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จินตนา ชูเชิด. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเขียนสะกดคยาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้เกมกับการใช้แบบฝึก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เฉลิมพร เตชะพะโลกุล. (2562). การศึกษาการประยุกต์ห้องเรียนกลับด้านเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนในรายวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์. วารสารชุมชนวิจัย, 13(3), 173-187.
- ชนิดาพร ดวงแสง. (2557). การปฏิบัติการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีสิวิเขต สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ชานนท์ จันทรา. (2554). การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2556). ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดวงกมล.
- เตือนใจ เฉลิมกิจ. (2555). เกมภาษาอังกฤษสำหรับเด็ก. กรุงเทพฯ: หน้าต่างสู่โลกกว้าง.
- ถวัลย์ มาศจรัส. (2548). MODEL การจัดการศึกษาและแหล่งการเรียนรู้สร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ปัญญาชน.
- ถวัลย์ มาศจรัส. (2558). นวัตกรรมการศึกษา ชุดแบบฝึกหัด ฝึกทักษะ. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.

- ทิตานนท์ ชุมแวงวาปี. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรายวิชาสังคมศึกษา ส 21103 (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิตานา แชมมณี. (2549). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์รูปแมนเนจเมนท์.
- ทิตานา แชมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัชรัตน์ ศรีวิลาศ. (2561). ผลของบอร์ดเกมที่มีต่อการเพิ่มความจำขณะทำงานด้านภาพและมิติสัมพันธ์ของเด็กวัยก่อนเรียน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). วิธีวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พี.เอ็น.การพิมพ์.
- ประภาพร ถิ่นอ่อน. (2553). การพัฒนาแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปราณี แสนสามารถ. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาคำรู้ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรีทศน์ เทียนทอง. (2558). The Xvolution: เกมกระดานความรู้วิทยาศาสตร์สายพันธุ์ไทย. สืบค้นจาก <https://www.nstda.or.th/sci2pub/sarawit/Sarawit-Issue 23>.
- พิมพ์พันธ์ เฉลยคุปต์. (2558). การจัดการเรียนรู้แนวในทศวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล วรคำ. (2560). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภาพ เลหาไฟบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนลคอมเมอ์เชียล.
- ภัทรารรรณ สุวรรณวาปี. (2563). การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องการแก้ปัญหา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองวัวซอพิทยาคม (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ราชบัณฑิตสถาน. (2548). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2548. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- วัลลภาภรณ์ คงถาวร. (2557). เกมภาษาอังกฤษ. ใน ประพนอม สุรัสวดี (บ.ก.), กิจกรรมและสื่อการสอนวิชาภาษาอังกฤษในระดับประถมศึกษา (น. 83-107). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วีณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนรู้การสอน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศฤงคาร แป้นกลาง. (2558). *การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้หลักการเรียนรู้ของจี ดี ฮอททดิสในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาร้านป่าลาน อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิรินทร์ ธารีโคตรสิงห์. (2556). *การพัฒนาแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตดูเคชั่นซัพพลายส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตดูเคชั่นซัพพลายส์.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคโนโลยีพรีนติ้ง.
- สุชาติ แสนพิช. (2559). *การพัฒนาแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เกมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. วารสารมหาวิทยาลัยบูรพา, 8(2), 1413-1426.
- สุริสา ไวแสน. (2555). *การจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลายกรด-เบส โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้คำถามและผังมโนมิติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภากร เพียนทอง. (2553). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2557). *ยุทธศาสตร์การคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สมพร ตอยยปี. (2554). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซนต์เทเรซา หนองจอก กรุงเทพฯ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ ภูวิภาคารวรรณ. (2554). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*. เชียงใหม่: โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- อรรณู ชูยกระเตื้อง. (2557). *สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- อุไร จักร์ตรีมงคล. (2558). *การพัฒนามาตรฐานประเมินค่านิยมหลัก 12 ประการสำหรับผู้เรียนอายุระหว่าง 12-18 ปี*. กรุงเทพฯ: สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน).
- Abbott, S. (2014). *Hidden Curriculum: The Glossary of Education Reform (Classroom Management)*. Retrieved from <http://edglossary.org/classroom-management>.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J. A. P. and Gonçalves, D. (2013). Engaging Engineering Students with Gamification: An Empirical Study. *Proceeding of 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications* (pp. 1-8). Poole: IEEE.
- Barbosa, H. H. D. J. (2004). *Numerical Abilities in Preschool Children with Atypical Development: A Developmental Description* (Doctoral Dissertation, Boston University, Boston). Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/305216268?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook: Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Buckner, C. (2014). *TechnologyAdvice Webinar: Gamification 101*. Retrieved from <http://technologyadvice.com/blog/information-technology/gamification-101-webinar>
- Bunchball, I. (2010). An Introduction to the Use of Game Dynamics to Influence Behavior. *International Education Studies*, 8(1), 142-151.
- Delisle, R. (2001). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria: ASCD.
- Deming, J. E. (2015). *Teaching Game Playing Skills to Increase Peer Conversation in Children with Autism and Related Disorders* (Doctoral Dissertation, University of California, Los Angeles). Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/304496665?pqorigsite=gscholar&fromopenview=true>
- Demirel, T. (2018). The Effects of Mind Games in Math and Grammar Courses on the Achievements and Perceived Problem-Solving Skills of Secondary School Students. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1482-1494.
- Gagne, R. M. (1973). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gallagher, S. A. (1997). Problem-Based Learning: Where Did it Come From, What Does it Do, and Where is it Going?. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332-362.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.

- Gallagher, S.A. (2015). Problem-Based Learning : Where did it come from. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 332-362.
- Goodman, R. I., Fretcher, K. A. and Schneider, E. W. (2016). The Effectiveness Index as Comparative Measure in Media Product Evaluation. *Education Technology*, 20(9), 30-34.
- Jolly, A. B. (1999). *The Effectiveness of Learning with Concept Mapping on The Science Problem-Solving of Sixth-Grade Children* (Doctoral Dissertation, Indiana University of Pennsylvania, Pennsylvania). Retrieved from <https://www.proquest.com/docview/304504334>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. New York; John Wiley & Sons.
- Kiryakova, G., Angelova, N., and Yordanova, L. (2014). Gamification in education. *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference* (pp. 1-5). Turkey: Edirne.
- Kumar J. M. and Herger M. (2013). *Gamification at Work: Designing Engaging Business Software*. Denmark: Interaction Design Foundation.
- Liu, C. C. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3), 1907-1918.
- Mcmillan, Jame H. and Schumacher, Sally. (2001). *Research in Education*. The United States of America: Addison - Wesley Educational Publishers Inc.
- Namgyel, T. (2017). The Development of Simulation and Game in 5E Learning Cycle to Teach Photoelectric Effect for Grade 12 Students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2), 2-10.
- Polya, G. (1957). *Polya's Problem Solving Techniques*. Florida: University of Central Florida.
- Silverman, D. (2013). *How to Learn Board Game Design and Development*. Retrieved from <http://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-to-learn-board-game-design-and-development-gamedev-11607>
- Siti, W. (2019). Development of Science Lesson Plan in Pesawat Sederhana Material with 5E Learning Cycle and Game to Improve Learning Outcome of Junior High School Students. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(7), 2456-2165.
- Susilowati, S. M. E. (2017). Improving Students' Scientific Reasoning and Problem-Solving Skills by The 5E Learning Model. *Journal of Biology & Biology Education*, 9(3), 506-512. Spigler and Guevremon. (2015)

- Takahashi, D. (2011). *Gartner Says by 2015 More Than 50 Percent of Organizations that Manage Innovation Processes Will Gamify Those Processes*. Retrieved from <https://venturebeat.com/2011/04/14/by-2015-50-percent-of-companies-will-embrace-gamification-gartner>
- Turner, P. E., Johnston, E., Kebritchi M., Evans, S. and Heflich, D. A. (2018). Influence of Online Computer Games on the Academic Achievement of Nontraditional Undergraduate Students. *Cogent Education*, 5(1). 1-33.
- Walton, H. J. and Matthews, M. B. (1989). Essentials of Problem-Based Learning. *Medical Education*, 23(5), 456-459.
- Weir, J. J. (1974). Problem Solving is Everybody's Problem. *Science Teacher*, 18(4), 16-18.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๔๖๗๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๕๐๐๐

๘ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายสรกฤษ ฆารโสมถ

ด้วย นางสาววรรณิภา พรหมหาราช รหัสประจำตัว ๖๓๘๒๑๐๕๐๐๑๑๑ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษานอกเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบอร์ดเกม เรื่องพันระเคมิ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบ ๕ ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐชัย จันทชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ที่ อวอ๖๑๙.๐๒/ว๔๖๓๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๘ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ สีหานาม

ด้วย นางสาววรรณิภา พรหมหาราช รหัสประจำตัว ๖๓๘๒๑๐๕๐๐๑๑๑ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษานอกเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบอร์ดเกม เรื่องพันระเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบ ๕ ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ญัฐชัย จันทขุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ ศศ.ว๐๒๙๕/๒๕๖๓ ลงวันที่ ๘ สิงหาคม ๒๕๖๓
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ สิมมาทัน

ด้วย นางสาววรรณิภา พรหมหาราช รหัสประจำตัว ๖๓๘๒๑๐๕๐๐๑๑๑ นักศึกษา
ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศึกษานอกเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาบอร์ดเกม เรื่องพันระเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะแบบ ๕ ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อให้
การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็น
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์ และการวัดประเมินผล
- อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน
ด้วยดี ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ว่าที่ร้อยโท

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภัทรชัย จันทร์ชุม)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยและบอร์ดเกม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 1 รหัสวิชา ว 30221
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธะเคมี

เรื่อง กฏออกเตต

เวลา 3 ชั่วโมง

สอนโดย นางสาววรรณิภา พรหมหาราช

โรงเรียนกมลาไสย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี

เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสารแก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

อธิบายการเกิดไอออนิกและการเกิดพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดของลิอิวอิส

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิกได้ (K)
2. อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและปัจจัยที่มีผลต่อโครงสร้างของสารประกอบไอออนิกได้ (K)
3. เขียนสูตร สมบัติและประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก และแก้ปัญหาได้ (P)
4. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มุ่งมั่นในการทำงาน และสามารถทำงานเป็นทีมได้ (A)

สาระสำคัญ

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมในก้อนโลหะ ในโมเลกุลหรือระหว่างไอออนในสารประกอบไอออนิก เรียกว่า พันธะเคมี ธาตุต่าง ๆ จะรวมกันด้วยสัดส่วนที่ทำให้มีวาเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 ซึ่งเป็นสภาพที่เสถียรที่สุด เรียกว่า กฏออกเตต ไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกัน เรียกว่าพันธะไอออนิก เกิดเป็นสารประกอบไอออนิก สารประกอบไอออนิกจัดเรียงตัวเป็นโครงผลึกที่มีรูปร่างแน่นอน ประกอบด้วยไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติ โครงสร้างของผลึกจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของจำนวนประจุและขนาดของไอออน

สาระการเรียนรู้

พุทธิพิสัย(K)

- อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก

ทักษะพิสัย(P)

- เขียนสูตร สมบัติและประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก

- ทักษะการแก้ปัญหา

จิตพิสัย(A)

- ใฝ่รู้ใฝ่เรียน
- มุ่งมั่นในการทำงาน
- สามารถทำงานเป็นทีม

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนสังเกตภาพการทำนาเกลือแล้วตั้งคำถามว่า คำถามที่ 1 “เกลือที่ได้จากผลผลิตการทำนาเป็นการเกิดพันธะเคมีหรือไม่?” คำถามที่ 2 “ถ้าเกิดเป็นพันธะเคมี จะเป็นพันธะชนิดใด?”



2. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเคมีในชีวิตประจำวันที่เกิดการสร้างพันธะแล้วเป็นชนิดพันธะไอออนิกมาคนละ 1 ชื่อสาร โดยครูจะสุ่มถามเป็นรายบุคคล

3. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องพันธะไอออนิก โดยการยกตัวอย่างการเกิดพันธะไอออนิกของเกลือ NaCl

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (50 นาที)

1. ครูให้นักเรียน จับกลุ่ม 5-6 คน เพื่อเล่นบอร์ดเกมจากใบกิจกรรมที่ 1 ดังนี้
ชื่อเกมไค้ดติง

2. ครูแจกใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมที่ 1 จากนั้นครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการเล่น และกติกาการเล่นบอร์ดเกม ซึ่งกติกามีดังนี้

กติกาการเล่นเกม

1. ใช้ผู้เล่น 4-6 คน

2. วางแผนการเดินทางตามลูกศรที่สุ่มได้ ถึงเส้นชัยได้ก่อนจะเป็นผู้ชนะ

3. ระหว่างทางจะมีสิ่งกีดขวาง และสารประกอบไอออนิก ถ้าเก็บสารประกอบไอ

ออนิกได้จะได้รับโบนัสคะแนน x2

วิธีการเล่นเกม

1. วางแผนไค้ดติง วางสิ่งกีดขวางและชื่อสารประกอบไอออนิก กำหนดจุดเริ่มต้นและ

จุดสิ้นสุด

2. เริ่มเกมโดยสุ่มจับลูกศรคนละ 3 ชิ้น วางแผนการเดินทางเองตามลูกศรเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางเพื่อไปให้ถึงเส้นชัย

3. ร่วมกันสรุป และอภิปรายผล และมอบรางวัลแก่ผู้ชนะ

ขั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (60 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องการจัดอิเล็กตรอนของแก๊สเฉื่อย แล้วให้ความรู้เรื่องกฎออกเตต การเกิดไอออนบวกและไอออนลบ รวมทั้งการเกิดพันธะไอออนิกและสารประกอบไอออนิกตามรายละเอียดในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใบงานที่ 1 พันธะไอออนิก และร่วมกันสรุปให้ได้สาระสำคัญดังนี้

1.1 กฎออกเตตเป็นกฎที่กล่าวถึงการเกิดพันธะเคมีระหว่างอะตอม ซึ่งมีการให้และรับอิเล็กตรอน หรือใช้อิเล็กตรอนร่วมกันแล้วทำให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละอะตอมที่สร้างพันธะเท่ากับเวเลนซ์อิเล็กตรอนของแก๊สเฉื่อย ซึ่งส่วนใหญ่จะเท่ากับ 8

1.2 อะตอมของธาตุโลหะมีขนาดใหญ่และมีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ต่ำจึงมีแนวโน้มที่จะเสียอิเล็กตรอนได้ง่ายเกิดเป็นไอออนบวกที่มีประจุเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่เสียไป ส่วนอะตอมของธาตุอโลหะที่มีขนาดเล็กและมีค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 สูง จึงมีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนเกิดเป็นไอออนลบที่มีประจุเท่ากับจำนวนอิเล็กตรอนที่รับ เมื่ออะตอมของโลหะรวมกับอโลหะจะมีการให้และรับอิเล็กตรอนเพื่อปรับให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็นไปตามกฎออกเตต

1.3 ไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันเกิดเป็นพันธะเรียกว่าพันธะไอออนิก และสารประกอบที่เกิดจากพันธะไอออนิกเรียกว่าสารประกอบไอออนิก

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของโครงผลึกเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก ดังนี้

2.1 สารไอออนิกที่มีสถานะของแข็ง ประกอบด้วยไอออนบวกรวมอยู่กับไอออนลบต่อเนื่องสลับกันไปทั้งสามมิติและแยกเป็นโมเลกุลเดี่ยวไม่ได้

2.2 โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกแต่ละชนิดจะมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสัดส่วนของจำนวนประจุ ขนาดของไอออนและโครงสร้างผลึกของสารนั้นๆ

3. ครูยกตัวอย่างโดยให้นักเรียนบอกชนิดของพันธะที่มีอยู่ในสารประกอบต่อไปนี้

- | | | |
|-----------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------|
| 1) ด่างทับทิม | คำตอบ | KMnO_4 พันธะไอออนิกและโคเวเลนต์ |
| 2) ดีเกลือ | คำตอบ | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ พันธะไอออนิกและโคเวเลนต์ |
| 3) SiCl_4 | คำตอบ | พันธะโคเวเลนต์ |
| 4) GeCl_2 | คำตอบ | พันธะไอออนิก |
| 5) PbCl_4 | คำตอบ | พันธะโคเวเลนต์ |
| 6) Hg_2Cl_2 | คำตอบ | พันธะไอออนิก และโคเวเลนต์ |
| 7) BiCl_3 | คำตอบ | พันธะโคเวเลนต์ |
| 8) เบนซิน | คำตอบ | C_6H_6 พันธะโคเวเลนต์ |
| 9) BeF_2 | คำตอบ | พันธะโคเวเลนต์ |
| 10) BeO | คำตอบ | พันธะโคเวเลนต์ |

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง การเกิดพันธะไอออนิกและโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) (40 นาที)

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในหัวข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ

3. ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปความรู้เกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก สูตรเคมีและชื่อของสารประกอบไอออนิก ดังนี้

- ไอออนบวกส่วนใหญ่เกิดจากธาตุโลหะเสียอิเล็กตรอน ส่วนไอออนลบส่วนใหญ่เกิดจากธาตุอโลหะรับอิเล็กตรอน เมื่อไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้า เรียกการยึดเหนี่ยวนี้ว่า พันธะไอออนิก และเรียกสารที่เกิดจากพันธะไอออนิกว่า สารประกอบไอออนิก

- สารประกอบไอออนิกในสถานะของแข็งอยู่ในรูปผลึกที่มีไอออนบวกและไอออนลบยึดเหนี่ยวกันด้วยพันธะไอออนิกอย่างต่อเนื่องกันไปทั้งสามมิติเป็นโครงผลึก และไม่อยู่ในรูปโมเลกุล

- สูตรเคมีของสารประกอบไอออนิกเป็นสูตรเอมพิริคัลที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของไอออนที่ทำให้ผลรวมของประจุเป็นศูนย์ โดยแสดงสัญลักษณ์ธาตุที่เป็นไอออนบวกไว้ข้างหน้าและตามด้วยไอออนลบ

- ชื่อของสารประกอบไอออนิกจะเรียกชื่อไอออนบวกแล้วตามด้วยชื่อไอออนลบ ถ้าไอออนบวกเป็นโลหะที่มีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ต้องระบุเลขออกซิเดชันด้วย

4. ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่องการเกิดพันธะไอออนิก ให้นักเรียนทำส่งภายในคาบ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) (20 นาที)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดหลักของตนเองที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยอาจประเมินผลด้วยตนเองด้วยแบบประเมินต่างๆ ว่าสอดคล้องมีความถูกต้องและสอดคล้องหรือไม่ โดยข้อสรุปจะนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป รวมทั้งการประเมินของครูผู้สอนด้วยแบบทดสอบและแบบประเมินที่เตรียมไว้ในแต่ละคาบเรียน

2. อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิกจากการทำใบงาน

3. เขียนสูตร สมบัติและประโยชน์ของสารประกอบไอออนิก และการแก้ปัญหาจากแบบประเมินการทำกิจกรรม

4. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มุ่งมั่นในการทำงาน และสามารถทำงานเป็นทีมจากแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ใบกิจกรรม เกมโค้ดดิ้ง
3. ใบงาน เรื่องการเกิดพันธะไอออนิก

การวัดผลและการประเมินการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือ/วิธีการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
<p>พุทธิพิสัย</p> <ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบงาน เรื่องการเกิดพันธะไอออนิก 	<ul style="list-style-type: none"> - ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
<p>ทักษะพิสัย</p> <ul style="list-style-type: none"> - เขียนสูตร สมบัติและประโยชน์ของสารประกอบไอออนิกและการแก้ปัญหา 	<ul style="list-style-type: none"> - ใบกิจกรรมเกมโค้ดดิ้ง - แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรม 	<ul style="list-style-type: none"> - ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
<p>จิตพิสัย</p> <ul style="list-style-type: none"> - ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มุ่งมั่นในการทำงาน และสามารถทำงานเป็นทีม 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป



บันทึกผลหลังจัดการเรียนการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไขปัญหา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

นางสาววรรณิภา พรหมหาราช)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

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

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสรกฤช ชวโรสภณ)

ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

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

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....

(นางประไพพรรณ วิไลแก้ว)

ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

..... / /

ความเห็นของผู้บริหาร

.....
.....
.....



ลงชื่อ.....

(นายปราโมทย์ โปธิไสย)

ตำแหน่งครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ
ผู้ช่วยผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

..... / /

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินใบงาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชา เคมี

รหัสวิชา ว31221

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2563

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธะเคมี

เรื่อง การเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก

ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

วันที่..... เดือน.....พ.ศ. 2563

คำชี้แจง ครูประเมินการตอบคำถามในใบงาน โดยใช้เกณฑ์การประเมินผ่านร้อยละ 70

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน ข้อ 1 - ข้อ 5 (10 คะแนน)	รวมคะแนน (10 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	
					ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรณิภา พรหมหาราช)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

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

แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชา เคมี รหัสวิชา ว31221

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธะเคมี

เรื่อง การเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก

ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

วันที่..... เดือน.....พ.ศ. 2563

โดยทำเครื่องหมาย ลงใน และสรุปคะแนนว่าผ่านเกณฑ์การประเมินหรือไม่

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน				รวมคะแนน (3 คะแนน)	ผลการประเมิน	
		การระบุปัญหา (3 คะแนน)	การวิเคราะห์ปัญหา (3 คะแนน)	การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3 คะแนน)	การตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา (3 คะแนน)		ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรณิภา พรหมหาราช)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู

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

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
การระบุปัญหา	นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถบอกสาเหตุของปัญหาได้บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถบอกสาเหตุของปัญหาได้
การวิเคราะห์ปัญหา	นักเรียนสามารถจำแนกแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนสามารถจำแนกแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาได้บางส่วนจากการวิเคราะห์ข้อมูล	นักเรียนไม่สามารถจำแนกแนวทางและหาวิธีการแก้ปัญหาได้จาก การวิเคราะห์ข้อมูล
การออกแบบการแก้ปัญหา	แก้ไขปัญหากจากแผนที่วางไว้ร้อยละ 70 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและผลแต่ละขั้นตอนครบถ้วน	แก้ไขปัญหากจากแผนที่วางไว้ร้อยละ 50 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและผลแต่ละขั้นตอนครบถ้วน	แก้ไขปัญหากจากแผนที่วางไว้ น้อยกว่าร้อยละ 50 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและผลแต่ละขั้นตอนครบถ้วน
การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	ประเมินผลของปัญหาและนำผลการแก้ไขไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมและนำไปใช้ได้จริง	ประเมินผลของปัญหาและนำผลการแก้ไขไปประยุกต์ใช้ได้แต่นำไปใช้จริงไม่ได้	ไม่สามารถประเมินผลของปัญหาและนำผลการแก้ไขไปประยุกต์ใช้ได้

หมายเหตุ

เกณฑ์การวัดผล ประเมิน 4 องค์ประกอบ คะแนนเต็ม 12 คะแนน กำหนดเกณฑ์การตัดสินแบ่งระดับคุณภาพดังนี้ นักเรียนทำใบกิจกรรมการเล่นบอร์ดเกม ได้ถูกต้องอย่างน้อย 70%

ความหมาย 0 – 49%	ปรับปรุง(ไม่ผ่าน)
50 – 59%	พอใช้
60 – 69%	ปานกลาง
70 – 79%	ดี
80% ขึ้นไป	ดีมาก

แบบประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชา เคมี

รหัสวิชา ว31221

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2563

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธะเคมี

เรื่อง การเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก

ระยะเวลา 1 ชั่วโมง

วันที่..... เดือน.....พ.ศ. 2563

คำชี้แจง ให้คะแนน 1,2 หรือ 3 ลงใน ตามเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละรายการประเมิน โดยทำเครื่องหมาย ลงใน และสรุปคะแนนว่าผ่านเกณฑ์การประเมินหรือไม่

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน									คะแนนรวม (9 คะแนน)	ผลการประเมิน	
		1. ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน			2. มุ่งมั่นในการ ทำงาน			3. การทำงาน เป็นทีม				ผ่าน	ไม่ผ่าน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1			

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรรณิภา พรหมหาราช)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

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

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน	ตั้งใจเรียนอย่างสม่ำเสมอ เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการ เรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้ทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียน	ตั้งใจเรียนอย่าง สม่ำเสมอ เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้ทั้งภายในและ ภายนอกโรงเรียนเป็น บางครั้ง	ตั้งใจเรียนน้อย เอาใจ ใส่และมีความเพียร พยายามในการ เรียนรู้ น้อย ไม่ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ทั้ง ภายในและภายนอก โรงเรียน
2. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ตั้งใจและรับผิดชอบใน การทำงานให้สำเร็จ ทุ่มเททำงาน อุตุน ไม่ ย่อท้อต่อปัญหาและ อุปสรรค	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติ หน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายน้อย รับผิดชอบในการ ทำงานให้สำเร็จ แต่ไม่ สามารถแก้ปัญหาและ อุปสรรคได้	ไม่เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย ไม่ รับผิดชอบในการ ทำงาน
3. การทำงาน เป็นทีม	ให้ความร่วมมือในการ ทำงานร่วมกัน มีส่วน ร่วมในการแสดงความคิด เห็นและยอมรับฟัง ความคิดเห็นของผู้อื่น มี การวางแผนขั้นตอนใน การทำงานอย่างเป็น ระบบ	ให้ความร่วมมือในการ ทำงานร่วมกัน มีส่วน ร่วมในการแสดงความคิด เห็น มีการวางแผน ขั้นตอนในการทำงาน ยังไม่เป็นระบบ	ไม่ให้ความร่วมมือใน การทำงานร่วมกัน ไม่มีส่วนร่วมในการ แสดงทำงาน ไม่มี การวางแผนขั้นตอน ในการทำงาน

หมายเหตุ. เกณฑ์การวัดผล ประเมิน 3 องค์ประกอบ คะแนนเต็ม 9 คะแนน กำหนดเกณฑ์การ
ตัดสินแบ่งระดับคุณภาพดังนี้

ระดับ 3 คะแนน 7-9

ระดับ 2 คะแนน 4-6

ระดับ 1 คะแนน ต่ำกว่า 4

เกณฑ์การตัดสินผ่าน นักเรียนได้ระดับ 2 ขึ้นไป ผ่านการประเมินผลตามจุดประสงค์การ
เรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชา เคมี

รหัสวิชา ว31221

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2563

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พันธะเคมี

เรื่อง การเกิดไอออนและการเกิดพันธะไอออนิก

ระยะเวลา 2 ชั่วโมง

วันที่..... เดือน.....พ.ศ. 2563

คำชี้แจง ครุลงคะแนนผลการประเมินในแต่ละรายการประเมินลงใน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน			รวมคะแนน (28 คะแนน)	คะแนนเก็บ (2 คะแนน)
		ใบงาน (K) (10 คะแนน)	ใบกิจกรรม (P) (9 คะแนน)	แบบประเมินด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ (A) (9 คะแนน)		

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวรรณิภา พรหมหาราช)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

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

ใบกิจกรรม การเล่นเกม Coddling Ionic

วัตถุประสงค์

1. เพื่อความสนุกสนานและความกระตือรือร้นในการเรียน
2. เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา

อุปกรณ์ของเกม

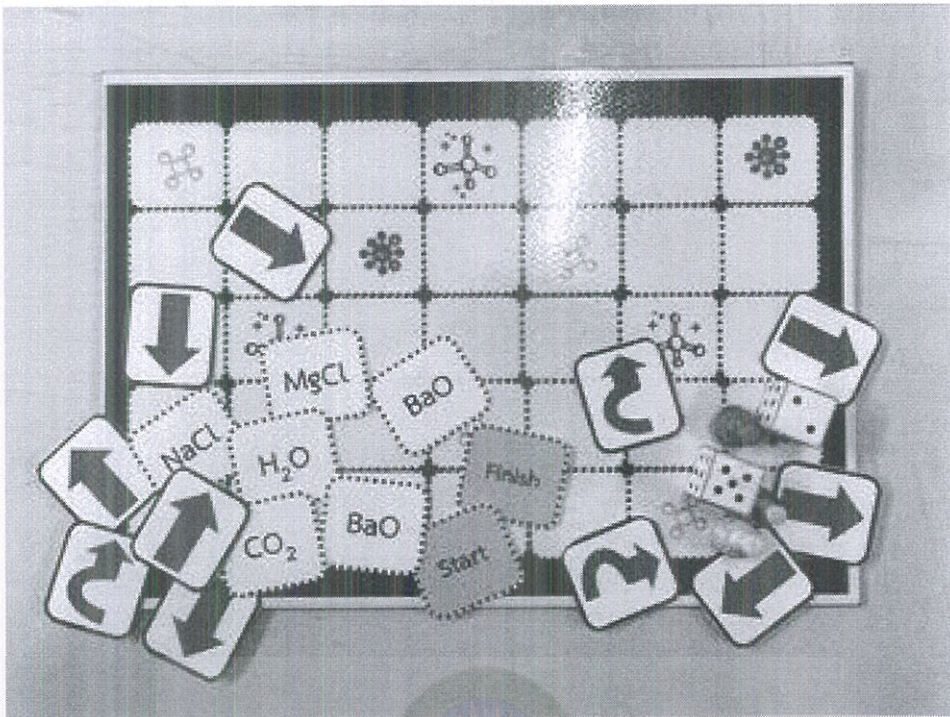
- กระดานไค้ดติง
- ลูกศร
- รูปร่างโมเลกุล
- สิ่งกีดขวาง

กติกาการเล่น

1. ใช้ผู้เล่น 4-6 คน
2. วางแผนการเดินทางตามลูกศรที่สุ่มได้ ถึงเส้นชัยได้ก่อนจะเป็นผู้ชนะ
3. ระหว่างทางจะมีสิ่งกีดขวาง และสารประกอบไอออนิก ถ้าเก็บสารประกอบไอออนิกและตอบปัญหาได้จะได้รับโบนัสคะแนน x2

วิธีการเล่นเกม

1. วางแผนไค้ดติง วางสิ่งกีดขวางและชื่อสารประกอบไอออนิก กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด
2. เริ่มเกมโดยสุ่มจับลูกศรคนละ 3 ชิ้น วางแผนการเดินทางเองตามลูกศรเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางเพื่อไปให้ถึงเส้นชัย



ตัวอย่างรูปแบบการใช้เกมโค้ดดิ้ง

คำชี้แจง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้นักเรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาในการเล่นเกม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1. ให้นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อทราบปัญหาให้วิเคราะห์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การออกแบบการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด

.....

.....

.....



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHARAKHAM UNIVERSITY

การตรวจสอบผลการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกใช้

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1

สถานการณ์ที่ 1 กฎออกเตต

การที่อะตอมของธาตุต่าง ๆ รวมตัวกันด้วยสัดส่วนที่ทำให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 8 นี้ เรียกว่า กฎออกเตต ดังนั้นธาตุต่าง ๆ จึงพยายามรวมตัวกัน เพื่อให้เป็นไปตามกฎออกเตต ซึ่งจะทำได้สารประกอบหรือโมเลกุลที่อยู่ในสภาพที่เสถียร สำหรับการรวมตัวกันด้วยพันธะโคเวเลนต์จะมีการใช้เวเลนซ์อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างอะตอมคู่ร่วมพันธะ อิเล็กตรอนที่ใช้ร่วมกันถือว่าเป็นอิเล็กตรอนของอะตอมคู่ร่วมพันธะทั้งสอง ในฟอสฟอรัสเพนตะคลอไรด์(PCl_5) อะตอม Cl มี 7 เวเลนซ์อิเล็กตรอน เกิดพันธะโคเวเลนต์ 1 พันธะ ดังนั้น Cl 5 อะตอมใน PCl_5 จะเกิดพันธะกับ P ที่มี 5 เวเลนซ์อิเล็กตรอน ได้ 5 พันธะ ซึ่งไม่เป็นไปตามกฎออกเตต

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (การระบุปัญหา)

.....

.....

.....

2. สาเหตุของสถานการณ์ที่กล่าวมา (การวิเคราะห์ปัญหา)

.....

.....

.....

3. ปัญหาในสถานการณ์นี้มีวิธีแก้ไขอย่างไร (การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ (การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา)

.....

.....

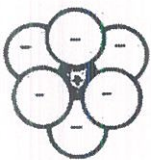
.....

ใบความรู้ที่ 1 พันธะไอออนิก

พันธะไอออนิก

พันธะไอออนิก(Ionic bond) คือ แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดในสาร โดยที่อะตอมของธาตุที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำ ให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนแก่อะตอมของธาตุที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันสูง กลายเป็นไอออนที่มีประจุบวกและประจุลบ เมื่อไอออนทั้งสองเข้ามาอยู่ใกล้กันจะเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าที่แข็งแรงระหว่างประจุไฟฟ้าตรงข้ามเหล่านั้น ทำให้ไอออนทั้งสองยึดเหนี่ยวกันด้วย พันธะเคมีที่เรียกว่า “พันธะไอออนิก”

ตัวอย่างเช่น โครงสร้างของผลึกโซเดียมคลอไรด์เป็นของแข็ง รูปลูกบาศก์ ใสไม่มีสีในผลึก มีโซเดียมไอออนสลับกับคลอไรด์ไอออน เป็นแถว ๆ ทั้งสามมิติ มีลักษณะคล้ายตาข่าย โดยที่แต่ละไอออนจะมีไอออนต่างชนิดล้อมรอบอยู่ 6 ไอออน ดังรูป 2 รูป ข้างล่างดังนี้



Na⁺ ไอออนแต่ละไอออน
ถูกล้อมรอบด้วย 6 Cl⁻ ไอออน

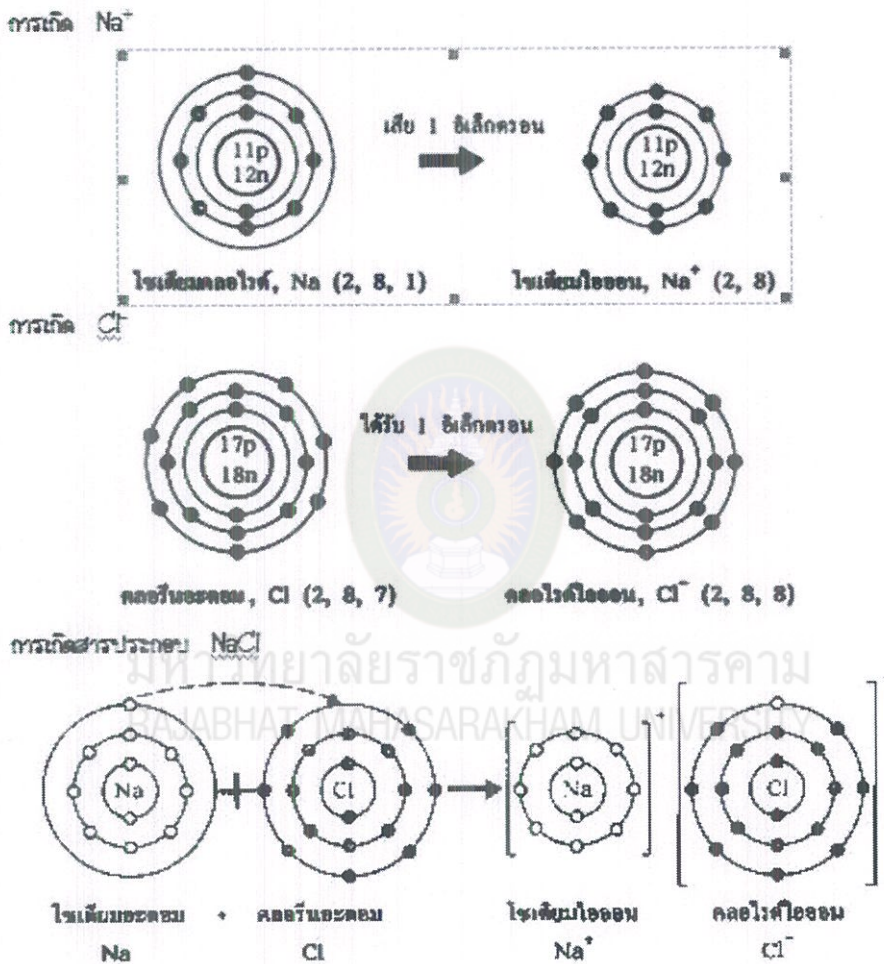


Cl⁻ ไอออนแต่ละไอออน
ถูกล้อมรอบด้วย 6 Na⁺ ไอออน

เนื่องจากโลหะมีค่าพลังงานไอออไนเซชันต่ำ และอโลหะมีค่าพลังงานไอออไนเซชันสูง ดังนั้นพันธะไอออนิกจึงเกิดระหว่างธาตุโลหะ และอโลหะได้ดี กล่าวคือ อะตอมของโลหะให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนกับอะตอมของอโลหะ แล้วเกิดไอออนบวกของโลหะ และไอออนลบของอโลหะ ไอออนทั้งสองจะส่งแรงดึงดูดระหว่างประจุบวกและลบ เกิดเป็นพันธะไอออนิก

และการที่โลหะให้เวเลนซ์อิเล็กตรอนแก่โลหะ เพื่อปรับให้มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเป็นแปด แบบก๊าซเฉื่อย ส่วนโลหะรับเวเลนซ์อิเล็กตรอนมานั้นก็เพื่อปรับตัวเองให้เสถียรแบบก๊าซเฉื่อยเช่นกัน ไอออนบวกกับไอออนลบจึงดึงดูดกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุไฟฟ้าเกิดเป็นสารประกอบไอออนิก (Ionic compound) ดังนี้

การเกิดสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) จากโซเดียม (Na) และ คลอรีน (Cl)



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง พันธะเคมี

ชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชุดนี้ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 3 สถานการณ์ รวมทั้งหมด 15 ข้อ ข้อละ 3 คะแนน รวม 45 คะแนน
2. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง
3. ให้นักเรียนเขียนอย่างตั้งใจ เพราะคะแนนที่ได้เป็นตัวบอกลถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เป็นผลดีต่อการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป

สถานการณ์ที่ 1 สมบัติไอออนิก

ซาบูได้ทำการทดลองการหาสมบัติของสารประกอบไอออนิก โดยหารการนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิก ซึ่งใช้สารประกอบไอออนิกที่มีสถานะเป็นของแข็งมาทำการทดลองโดยการนำหลอดไฟมาต่อกับขั้วไฟฟ้าแล้วจุ่มลงไปในสารประกอบไอออนิกที่มีสถานะเป็นของแข็ง ผลการทดลองพบว่าไม่เกิดกระแสไฟฟ้าในหลอดไฟ

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (การระบุปัญหา)

.....

.....

.....

.....

2. สาเหตุของสถานการณ์ที่กล่าวมา (การวิเคราะห์ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหาในสถานการณ์นี้มีวิธีแก้ไขอย่างไร (การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ (การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 เลบานอน

เหตุระเบิดครั้งใหญ่ที่คลังเก็บสารแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) ในกรุงเบรุต ประเทศเลบานอน ทำให้สารเคมีชนิดนี้กลับมาอยู่ในความสนใจของคนไทย พร้อมกับข้อสงสัยว่า หากตัดประเด็นเรื่องการก่อการร้ายออกไป เหตุระเบิดเมื่อวันที่ 3 ส.ค. พ.ศ. 2563 ที่คร่าชีวิตผู้คนไปนับร้อยในชั่วพริบตา ซึ่งโมเลกุลของแอมโมเนียมไนเตรทมีออกซิเจนอยู่ในตัว คือเป็นออกซิไดเซอร์ในตัว ดังนั้นต่อให้สารตัวนี้อยู่ในที่อับอากาศก็จุดไฟติด เพราะมีออกซิเจนช่วยให้ติดไฟอยู่ในตัวอยู่แล้ว การติดไฟด้วยตัวเองนั้นอาจเกิดจากการเก็บสารแอมโมเนียมไนเตรทในที่อัดแน่น ทำให้เกิดความร้อนภายในจนอาจติดไฟขึ้นมาเองได้

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (การระบุปัญหา)

.....

.....

.....

2. สาเหตุของสถานการณ์ที่กล่าวมา (การวิเคราะห์ปัญหา)

.....

.....

.....

3. ปัญหาในสถานการณ์นี้มีวิธีแก้ไขอย่างไร (การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ (การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3

สมใจจะทำสลายพันธะในโมเลกุลมีเทน (CH_4) 1 โมล ออกเป็นอะตอมเดี่ยวและสังเกตการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบดูดพลังงานและคายพลังงาน โดยใช้พลังงานในการทดลองเพียง 250 kJ ผลการทดลองปรากฏว่าไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือการสลายพันธะ $\text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g}) + 4\text{H}(\text{g})$

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร (การระบุปัญหา)

.....

.....

.....

.....

2. สาเหตุของสถานการณ์ที่กล่าวมา (การวิเคราะห์ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหาในสถานการณ์นี้มีวิธีแก้ไขอย่างไร (การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ (การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา)

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง

คุณภาพเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 1 เกมได้ติดตั้ง โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Raing Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องจุดประสงค์และการวัดประเมินผล	5.00	4.00	5.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
3. การใช้บอร์ดเกมเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
4. การใช้บอร์ดเกมมีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
5. การใช้บอร์ดเกมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
6. การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเกิดการทักษะการแก้ปัญหา	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
7. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากการปฏิบัติกิจกรรม	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
10. ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มในการทำกิจกรรม	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
13. บอร์ดเกมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00	0	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
14. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67	0.58	เหมาะสมมาก
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
16. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
17. สอดคล้องกับวัยของผู้เรียน	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67	0.58	เหมาะสมมาก
รวม	101	105	100	306	102		เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.59	4.77	4.54	13.91	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด



ตารางที่ 2 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 2 เกมบรโดงหรรษา โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า (Rang Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องจุดประสงค์และการวัดประเมินผล	5.00	4.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
2. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
3. การใช้บอร์ดเกมเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
4. การใช้บอร์ดเกมมีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
5. การใช้บอร์ดเกมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำงานที่จริง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
6. การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเกิดการทักษะการแก้ปัญหา	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
7. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากการทำงานที่จริง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
10. ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่าง กลุ่มในการทำกิจกรรม	4.00	4.00	5.00	13.00	4.33	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
13. บอร์ดเกมส์เสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
14. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67	0.37	เหมาะสมมาก
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
16. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	4.00	5.00	14.00	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
17. สอดคล้องกับวัยของผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.00	4.00	5.00	13.00	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
รวม	101	105	100	306	102		เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.59	4.77	4.54	13.91	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 3 เกมพันธะอะไรเอ่ย โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า (Raing Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องจุดประสงค์และกาวัตถุประเมิผล	5.00	4.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
2. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
3. การใช้บอร์ดเกมเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
4. การใช้บอร์ดเกมมีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
5. การใช้บอร์ดเกมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
6. การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเกิดการที่กษะการแก้ปัญหา	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
7. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5.00	4.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
8. ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ที่มาจากกาปฏิบัติกิจกรรม	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
10. ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มในการทำกิจกรรม	4.00	4.00	5.00	13.00	4.33	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
13. บอร์ดเกมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	4.00	4.00	4.00	12.00	4.00	0	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

รายการ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
14. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67	0.47	เหมาะสมมาก
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
16. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
17. สอดคล้องกับวัยของผู้เรียน	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.00	4.00	3.00	11.00	3.66	0.47	เหมาะสมมาก
รวม	100	102	102	304	101.33	6.60	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.59	4.77	4.54	13.91	13.81	0.57	เหมาะสมมากที่สุด



ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบอร์ดเกมที่ 4 สดุดอดนักเคมี โดยใช้แบบประเมินบอร์ดเกม ระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วน

ประมาณค่า (Raing Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ต (Likert) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องจุดประสงค์และการวัดประเมินผล	5.00	4.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
2. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
3. การใช้บอร์ดเกมเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
4. การใช้บอร์ดเกมมีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
5. การใช้บอร์ดเกมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
6. การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเกิดการทักษะการแก้ปัญหา	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
7. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
8. ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มาจากการปฏิบัติกิจกรรม	5.00	5.00	5.00	15.00	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ΣR	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
10. ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มในกาทำกิจกรรม	4.00	4.00	5.00	13.00	4.33	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
13. บอร์ดเกมส์เสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	5.00	5.00	4.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
14. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.00	4.00	3.00	11.00	3.67	0.47	เหมาะสมมาก
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
16. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
17. สอดคล้องกับข้อของผู้เรียน	4.00	5.00	5.00	14.00	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4.00	5.00	3.00	12.00	4.00	0.81	เหมาะสมมาก
รวม	102	106	99	307	102.33	170.67	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.64	4.82	4.5	13.95	4.65	0.31	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ๓.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการประเมินบอร์ดเกมที่ใช้ร่วมกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	บอร์ด เกมที่ 1	บอร์ด เกมที่ 2	บอร์ด เกมที่ 3	บอร์ด เกมที่ 4
1. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องจุดประสงค์และ การวัดประเมินผล	5.00	5.00	5.00	5.00
2. การใช้บอร์ดเกมสอดคล้องเหมาะสมกับ สาระการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00
3. การใช้บอร์ดเกมเหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00
4. การใช้บอร์ดเกมมีความหลากหลายและ สามารถปฏิบัติได้จริง	4.67	5.00	4.67	5.00
5. การใช้บอร์ดเกมเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ จากการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง	4.33	5.00	5.00	5.00
6. การใช้บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเกิดการทักษะ การแก้ปัญหา	5.00	4.67	4.67	5.00
7. เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4.67	5.00	5.00	4.67
8. ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ กับความรู้เดิมที่มาจากการปฏิบัติกิจกรรม	4.33	5.00	5.00	5.00
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการแก้ปัญหา	4.67	5.00	5.00	4.33
10. ส่งเสริมการทำงานร่วมกับผู้อื่นและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่มในการทำ กิจกรรม	5.00	5.00	4.67	5.00
13. บอร์ดเกมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการ แก้ปัญหา	5.00	5.00	5.00	5.00
14. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	4.67	4.67	5.00
15. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00
16. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00
17. สอดคล้องกับวัยของผู้เรียน	5.00	5.00	5.00	5.00
18. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	4.68	4.89	4.68	4.74
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	0.46	0.31	0.46	0.44
สรุปผลการประเมินบอร์ดเกม	เหมาะสม มากที่สุด	เหมาะสม มากที่สุด	เหมาะสม มากที่สุด	เหมาะสม มากที่สุด

ตารางที่ ง.6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ระดับความสอดคล้อง	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง	ใช้ได้
ข้อที่ 2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง	ใช้ได้
ข้อที่ 3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง	ใช้ได้
ข้อที่ 4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง	ใช้ได้
ข้อที่ 5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง	ใช้ได้
ข้อที่ 6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง	ใช้ได้

จากตารางสรุปได้ว่า เมื่อนำแบบวัดการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลการประเมิน IOC มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งพบว่ามีความสอดคล้อง และสามารถนำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งหมดไปใช้ในทดสอบได้

ตารางที่ ง.7 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี

ข้อที่	อำนาจจำแนก (D)	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.58	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.15	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง
5	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.20	ตัดทิ้ง	ตัดทิ้ง

จากการหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก พบว่าแบบวัดการแก้ปัญหามีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.15-0.58 จากนั้นคัดเลือกแบบแบบวัดการแก้ปัญหาทั้งหมด 6 ข้อ ให้เหลือเพียง 3 ข้อ ในการที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ง.8 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมี

ข้อคำถาม	ค่าความเชื่อมั่น	ระดับความสอดคล้อง	แปลผล	คุณภาพข้อสอบ
ข้อที่ 1	0.641	สอดคล้อง	ใช้ได้	เหมาะสม
ข้อที่ 2	0.667	สอดคล้อง	ใช้ได้	เหมาะสม
ข้อที่ 3	0.713	สอดคล้อง	ใช้ได้	เหมาะสม
ข้อที่ 4	0.711	สอดคล้อง	ใช้ได้	เหมาะสม
ข้อที่ 5	0.708	สอดคล้อง	ใช้ได้	เหมาะสม
ข้อที่ 6	0.632	สอดคล้อง	ใช้ได้	เหมาะสม

จากตารางสรุปได้ว่า ค่าความเชื่อมั่นโดยมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับที่ 0.69



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

คะแนนการวัดและประเมินผล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.1 คะแนนในงานจากแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน ร่วมกับบอร์ดเกม

คนที	แผนที่ 1 (12)				แผนที่ 2 (12)				แผนที่ 3 (12)				แผนที่ 4 (12)				รวมคะแนนในงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	35
2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	35
3	1	1	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	35
4	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	38
5	1	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	38

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที่	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
6	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	37
7	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	39
8	2	1	1	2	3	1	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	35
9	2	1	1	3	2	1	2	2	2	1	3	2	2	2	3	3	32
10	3	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	37

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนปี	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
11	3	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	38
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	3	2	34
13	2	1	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	2	38
14	2	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	35
15	3	1	2	2	2	2	2	2	2	3	1	3	2	2	2	2	34

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที่	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
16	3	1	2	2	3	2	2	2	3	1	3	2	2	2	3	2	35
17	2	1	2	3	2	2	2	3	3	1	3	2	2	3	3	3	35
18	2	2	2	2	3	3	2	3	3	1	3	2	3	3	2	3	38
19	3	2	2	3	2	2	2	3	3	1	3	2	2	3	2	2	36
20	1	2	1	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2	33

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
21	1	2	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	33
22	2	2	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	33
23	2	1	1	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	38
24	2	1	1	1	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	38
25	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	32

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ตำแหน่งที่ 1 (3)	ตำแหน่งที่ 2 (3)	ตำแหน่งที่ 3 (3)	ตำแหน่งที่ 4 (3)	ตำแหน่งที่ 1 (3)	ตำแหน่งที่ 2 (3)	ตำแหน่งที่ 3 (3)	ตำแหน่งที่ 4 (3)	ตำแหน่งที่ 1 (3)	ตำแหน่งที่ 2 (3)	ตำแหน่งที่ 3 (3)	ตำแหน่งที่ 4 (3)	ตำแหน่งที่ 1 (3)	ตำแหน่งที่ 2 (3)	ตำแหน่งที่ 3 (3)	ตำแหน่งที่ 4 (3)	
26	2	1	1	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	39
27	3	2	1	1	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	36
28	3	2	2	1	2	2	1	2	3	2	1	3	3	2	2	2	36
29	3	1	2	3	3	2	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	39
30	3	2	2	1	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	36

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
คนที่	3	2	2	3	2	2	2	1	3	3	2	2	3	3	2	2	36
	3	2	2	1	2	2	2	1	3	3	2	2	3	2	3	3	35
	3	2	2	1	2	2	3	1	3	3	2	2	3	3	2	3	37
	2	2	3	2	2	1	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3	37

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	
35	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	2	3	3	3	2	37	
36	2	2	2	3	3	3	1	1	3	3	2	2	3	3	2	39	
37	3	2	2	1	2	1	2	2	3	2	3	2	3	3	3	37	
38	2	2	3	2	2	1	2	1	3	2	3	2	3	3	2	36	

(ต่อ)

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

คนที	ใบงานที่ 1 (12)				ใบงานที่ 2 (12)				ใบงานที่ 3 (12)				ใบงานที่ 4 (12)				รวมคะแนนใบงาน (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
39	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	3	38
40	3	2	2	1	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	40	
รวม	90	67	73	80	91	80	85	82	110	92	101	89	108	99	92	1442	
\bar{x}	2.25	1.68	1.82	2.00	2.28	2.00	2.13	2.05	2.75	2.30	2.53	2.23	2.70	2.48	2.30	36.05	
S.D.	0.63	0.47	0.59	0.75	0.45	0.68	0.52	0.68	0.44	0.76	0.51	0.42	0.46	0.51	0.46	2.02	

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

คนที	คะแนนการเล่นบอร์ดเกมจากใบกิจกรรม												รวมคะแนนกิจกรรม(48)				
	บอร์ดเกมที่ 1 (12)				บอร์ดเกมที่ 2 (12)				บอร์ดเกมที่ 3 (12)					บอร์ดเกมที่ 4 (12)			
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในสถานการณ์การแก้ปัญหา(3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในสถานการณ์การแก้ปัญหา(3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในสถานการณ์การแก้ปัญหา(3)		ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในสถานการณ์การแก้ปัญหา(3)
6	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2	3	38
7	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	2	40
8	2	3	1	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	38
9	2	3	1	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	39
10	3	2	1	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	39

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

คนที่	บอร์ดเกมที่ 1 (12)				บอร์ดเกมที่ 2 (12)				บอร์ดเกมที่ 3 (12)				บอร์ดเกมที่ 4 (12)				รวมคะแนนกิจกรรม(48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา(3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา(3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา(3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา(3)	
11	3	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	39
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	36
13	2	1	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	38
14	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	38
15	3	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	36

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

คนที่	บอร์ดเกมที่ 1 (12)				บอร์ดเกมที่ 2 (12)				บอร์ดเกมที่ 3 (12)				บอร์ดเกมที่ 4 (12)				รวมคะแนนกิจกรรม (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 ตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 ตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 ตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 ตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา (3)	
16	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	3	2	42
17	2	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	38
18	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	39
19	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	41
20	1	2	1	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	35

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

คนที	บอร์ดเกมที่ 1 (12)				บอร์ดเกมที่ 2 (12)				บอร์ดเกมที่ 3 (12)				บอร์ดเกมที่ 4 (12)				รวมคะแนนทั้งหมด (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการแก้ปัญหา (3)	
26	2	1	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	39
27	3	2	1	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	39
28	3	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	40
29	3	1	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	41
30	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	37

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

คนปี	บอร์ดเกมที่ 1 (12)				บอร์ดเกมที่ 2 (12)				บอร์ดเกมที่ 3 (12)				บอร์ดเกมที่ 4 (12)				รวมคะแนนกิจกรรม (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคู่ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการเรียนรู้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคู่ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการเรียนรู้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคู่ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการเรียนรู้ปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาคู่ปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในแผนการเรียนรู้ปัญหา (3)	
31	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	37
32	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	37
33	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	39
34	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	3	40
35	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	39
36	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	41
37	3	2	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	38

(ต่อ)

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)	บอร์ดเกมที่ 1 (12)				บอร์ดเกมที่ 2 (12)				บอร์ดเกมที่ 3 (12)				บอร์ดเกมที่ 4 (12)				รวมคะแนนและคะแนนกิจกรรม (48)
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (3)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (3)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (3)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา (3)	
คนที่	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	38	
	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	38	
	3	2	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	40		
รวม	90	76	73	87	91	87	92	97	117	103	101	94	118	101	96	1527	
\bar{x}	2.25	1.90	1.82	2.18	2.28	2.18	2.30	2.43	2.93	2.58	2.53	2.35	2.95	2.60	2.40	38.18	
S.D.	0.63	0.55	0.59	0.59	0.45	0.50	0.46	0.50	0.27	0.50	0.51	0.48	0.22	0.51	0.50	1.82	

ตารางที่ จ.4 คะแนนหลังเรียนจากแบบวัดการแก้ปัญหา

คนที่	คะแนนหลังเรียน												รวม (48)
	ข้อที่ 1 (16)				ข้อที่ 2 (16)				ข้อที่ 3 (16)				
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (4)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (4)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (4)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญห (4)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (4)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (4)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (4)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญห (4)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (4)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (4)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ปัญห (4)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญห (4)	
1	3	2	2	4	4	4	3	4	4	3	3	3	39
2	4	3	2	4	4	3	3	4	4	3	3	3	40
3	3	3	2	3	4	4	3	4	4	3	4	3	40
4	4	2	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	40
5	3	2	3	3	4	3	2	4	3	3	3	3	36
6	4	3	3	4	4	3	2	3	3	3	3	3	38
7	3	2	2	4	4	4	2	3	3	3	2	3	35
8	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	2	4	38
9	4	3	2	3	3	3	2	4	3	3	4	3	37
10	3	3	2	4	4	3	3	4	4	4	2	3	39
11	4	4	2	3	3	3	3	3	4	4	2	3	38
12	3	3	2	4	4	3	4	3	4	4	2	3	39
13	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	2	4	40
14	3	3	3	2	4	3	3	4	3	4	2	4	38

(ต่อ)

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

คนที	คะแนนหลังเรียน												รวม (48)
	ข้อที่ 1 (16)				ข้อที่ 2 (16)				ข้อที่ 3 (16)				
	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (4)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (4)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (4)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา (4)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (4)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (4)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (4)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา (4)	ด้านที่ 1 การระบุปัญหา (4)	ด้านที่ 2 วิเคราะห์ปัญหา (4)	ด้านที่ 3 การออกแบบวิธีแก้ไขปัญหา (4)	ด้านที่ 4 การตรวจสอบผลในการแก้ไขปัญหา (4)	
15	3	4	2	3	4	4	4	4	4	4	2	3	41
16	3	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	40
17	3	3	2	4	4	3	3	3	3	4	2	4	38
18	3	3	2	4	3	3	4	4	3	4	3	4	40
19	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	41
20	4	3	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3	41
21	4	4	2	4	3	4	3	3	4	3	4	3	41
22	4	3	2	4	4	3	4	4	4	3	3	3	41
23	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	42
24	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	42
25	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	41
26	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	39
27	4	3	2	3	4	3	4	3	4	3	3	3	39
28	4	3	2	2	4	4	4	4	4	3	3	3	40

(ต่อ)

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

วรรณิภา พรหมหาราช และพรรณวิไล ดอกไม้. (2564). การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับบอร์ดเกม เรื่องพันธุเคมี เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 52 (รูปแบบออนไลน์) (น. 277-286). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาววรรณิภา พรหมหาราช
วันเกิด	14 มิถุนายน พ.ศ. 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน	26 หมู่ที่ 4 ตำบลร่องคำ อำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46210
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2561	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2564	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY