

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นางสาวปนิดา เกียรติขจร

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2569

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นางสาวปนิดา เกียรติขจร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2569

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย : นางสาวปนิดา เกียรติขจร
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้
ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนผดุงนารี อำเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 38 คน จากการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า จำนวน 4 แผนการเรียนรู้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.20-4.32 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก 2) แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ มี 2 ตอน ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์อย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 เพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.38-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.70 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.92 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ มีค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.70-1.00 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.51-0.78 มีค่าดัชนีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.90 และมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าร้อยละ และสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Sample t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือ นักเรียนมี

การให้เหตุผลด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ($\overline{X}$ = 6.11, S.D. = 1.29) อยู่ในระดับดี รองลงมาคือ ด้านการสร้างข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 65.46 ($\overline{X}$ = 5.24, S.D. = 1.08) อยู่ในระดับดี และด้านที่ได้คะแนนต่ำที่สุดคือ ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64.80 ($\overline{X}$ = 5.18, S.D. = 1.27) อยู่ในระดับดี ตามลำดับ โดยภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 72.29 ($\overline{X}$ = 20.24, S.D. = 4.41) อยู่ในระดับดี และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 19.84 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : The Gamification-Based Learning to Promote Scientific Reasoning and Academic Achievement on Electrochemistry for grade 12 students.

Author : Miss Panida Kiartikhajorn

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sara Kham University

Advisors : Assistant Professor. Dr. Panwilai Dokmai

Year : 2026

ABSTRACT

The objectives of this research were: 1) to study the scientific reasoning of Grade 12 students after receiving gamification- based learning management in Electrochemistry, and 2) to compare the learning achievement of Grade 12 students after receiving gamification-based learning management in Electrochemistry against the 70 percent criterion. The research sample consisted of 38 Grade 12 students at Padungnari School, Mueang Maha Sarakham District, Maha Sarakham Province, in the first semester of the 2025 academic year, selected by cluster random sampling. The research instruments included: 1) four gamification- based learning management plans on Electrochemistry, totaling 12 hours, the mean scores randed between 4.20-4.32, which is at a very appropriate level; 2) a scientific reasoning test, which was a two- part written- response form consisting of 4 items of 4 situations, each with 4 items, totaling 16 items. The test was in a constructed- response format with two parts: Part 1 required short answers to the situations, and Part 2 required explanations of the answers from Part 1 to assess students' scientific reasoning. The index of item-objective congruence (IOC) ranged between 0.38-0.80, the discrimination index ranged between 0.20- 0.70, and the reliability of the whole test was 0.92 and 3) a learning achievement test on Electrochemistry consisting of 25 multiple-choice items with four options. The IOC ranged between 0.70- 1.00, the difficulty index ranged between 0.51- 0.78, the discrimination index ranged between 0.20- 0.90, and the reliability was

0.84. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation, percentage, and one-sample t-test.

The research findings revealed that: 1) the Grade 12 students who learned through gamification-based learning management demonstrated the highest scientific reasoning scores in the aspect of identifying evidence or data, accounting for 76.32 percent ($\overline{X}$ = 6.11, S.D. = 1.29), which was at a good level. This was followed by the aspect of drawing conclusions, accounting for 65.46 percent ($\overline{X}$ = 5.24, S.D. = 1.08), which was also at a good level. The lowest scores were found in the aspect of predicting outcomes, accounting for 64.80 percent ($\overline{X}$ = 5.18, S.D. = 1.27), which was at a good level. Overall, the students' scientific reasoning across all three aspects accounted for 72.29 percent 72.29 ($\overline{X}$ = 20.24, S.D. = 4.41), which was at a fair level. And 2) The students' mean learning achievement score was 19.84, and their post-learning achievement was significantly higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance.

Keywords : Gamification-Based Learning, Scientific Reasoning, Learning Achievement

_____Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสบูรณ์ได้ด้วยความเมตตากรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยตรวจสอบข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำ ผู้วิจัยทราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

การบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและแนวทางการดำเนินการวิจัยให้มีมาตรฐาน ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์สิริ ปักเคธาติ และคุณครูบัวพันธ์ ดงตะใน ที่ให้ความกรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้การวิจัยครั้งนี้มีมาตรฐานและความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครู บุคลากรทางการศึกษา และนักเรียนโรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัยครั้งนี้

การบขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้องและผู้ที่เป็นกำลังใจให้การสนับสนุนในการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวมาทั้งหมด ซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ปประสิทธิประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยให้ประสบผลสำเร็จ ดลบันดาลใจให้ทุกท่านพบแต่ความสุขตลอดไป และมอบเป็นวิทยาทานแก่ทุกท่าน

นางสาวปนิดา เกียรติขจร

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก

ABSTRACT ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 4

1.3 สมมติฐานการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตการวิจัย 4

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 8

2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 8

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน 16

2.3 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 33

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 47

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 58

2.6 กรอบแนวคิด 63

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 64

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 64

หัวเรื่อง **หน้า**

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 65
3.3 การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ 65
3.4 รูปแบบการวิจัย 75
3.5 การเก็บรวยรวมข้อมูล 76
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 76
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 77
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 83
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย 83
4.2 ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย 83
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 84
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 90
5.1 สรุป 90
5.2 อภิปรายผล 91
5.3 ข้อเสนอแนะ 94
บรรณานุกรม 96
ภาคผนวก 109
ภาคผนวก ก หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 110
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ 115
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 134
ภาคผนวก ง ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ 147
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 161
ประวัติผู้วิจัย 162

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างรายวิชาเคมี 16

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า 66

3.2 วิเคราะห์แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 69

3.3 เกณฑ์คะแนนตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 70

3.4 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจำนวนข้อสอบ..... 73

3.5 แบบการทดลอง One Group Posttest Only Design วัดเฉพาะหลังการทดลอง..... 75

3.6 เกณฑ์การจัดระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 77

4.1 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า..... 84

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน เป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า..... 86

4.3 คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6..... 87

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70..... 89

ง.1 ค่าความเหมาะสม (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16-19 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน 148

ง.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 151

ง.3 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยาก (P) แบบทดวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 153

ง.4 ค่าเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับตามวิธีของ Cronbach’s Alpha Coefficient Method ของวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์..... 155

ตารางที่ **หน้า**

ง.5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6..... 156
ง.6 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6..... 157
ง.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 25 ข้อ..... 159

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน 21
2.2 กรอบแนวคิดการวิจัย 63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านเศรษฐกิจ ด้านการแพทย์ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการเรียนรู้เพื่อปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น พัฒนาศักยภาพของคนทุกกลุ่มเป้าหมาย มีแหล่งการเรียนรู้ในสถานศึกษาและชุมชนที่มีคุณภาพที่สนองความต้องการและความสนใจในการศึกษาเรียนรู้ มีระบบการวัดและประเมินผลที่ยืดหยุ่นเหมาะสม พร้อมด้วยระบบการผลิตและพัฒนาครูที่มีคุณภาพและมาตรฐาน เพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ยั่งยืน เพื่อให้คนทุกช่วงวัยมีทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะตามมาตรฐานการศึกษาและมาตรฐานวิชาชีพ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ในโลกแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นโลกของการคิดค้น คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา โดยมีวิชาวิทยาศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐานที่นำไปสู่กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบในการวางแผนตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ การศึกษาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ประเทศไทยจึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับปรับปรุง 2560 เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการแก้ปัญหา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งทางด้านกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์คิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น จึงถือได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ในการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล และเป็นส่วนหนึ่งของทักษะในชีวิตประจำวัน

ประเทศไทยให้ความสำคัญกับบทบาทในการเตรียมความพร้อมของนักเรียนสู่การศึกษาในระดับอุดมศึกษาและการประกอบอาชีพในอนาคต การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรวมถึงการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และการสรุปผลอย่างเป็นระบบ (Kuhn, 2005) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนาองค์ความรู้ผ่านการทำงานร่วมกันและการคิดเชิงเหตุผล การทำงานร่วมกันช่วยให้นักเรียนสามารถแบ่งปันแนวคิด แลกเปลี่ยนข้อมูล และพัฒนาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน (จตุพล สังวังเลาว์, 2567) ในขณะที่การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งคำถาม ตั้งสมมติฐาน และให้คำอธิบายที่มีหลักฐานรองรับ (Osborne,

2010) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดของนักเรียนในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป และหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยใช้องค์ความรู้ที่เคยเรียนรู้มาเป็นฐานในการสร้างสมมติฐานใหม่ และทำการตรวจสอบสมมติฐานผ่านกระบวนการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการลงข้อสรุปจากการประเมินข้อมูล หรือจากการวิเคราะห์ ตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือแม้กระทั่งการใช้ความรู้เดิม แนวคิด หลักการ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ก่อนหรือที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาเพื่อนำมาสร้างสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐาน (ไอย์ลดา สมภาร, 2565) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ช่วยลดการตัดสินใจที่อาศัยอคติหรือความเชื่อส่วนบุคคล อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการตั้งคำถามและแสวงหาคำตอบผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กันต์ฤทัย คุณเลี้ยง และคณะ, 2565) นอกจากนี้การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเอื้อต่อการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล โดยนักเรียนสามารถสนับสนุนข้อโต้แย้งของตนด้วยข้อมูลและหลักฐานที่ชัดเจน ซึ่งถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้เชิงลึกและการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (จีรวรรณ เกษสิงห์ และคณะ, 2566)

การใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นี้เป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในบริบททางวิชาการและอาชีพในอนาคต (Duschl and Bybee, 2014) อย่างไรก็ตาม การศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความยากลำบากในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการให้เหตุผล ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2564) นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะในการประยุกต์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) นักเรียนขาดความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ ไม่สามารถแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น และขาดทักษะในการใช้หลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปของตนเองได้ (OECD, 2019) ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพของการเรียนรู้และความสามารถในการพัฒนาทักษะวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระยะยาว การขาดความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นปัญหาสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการประเมิน PISA ในปี ค.ศ. 2022 ที่พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยลดลง โดยคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ลดลง 17 คะแนน และจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในปี พ.ศ. 2567 พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ 28.95 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2567) และรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนผดุงนารี ในปี พ.ศ. 2567 พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ 26.16 คะแนน และพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในวิชา

วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะในด้านการให้เหตุผลและการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

การจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมและความต้องการของนักเรียนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ หนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน (Gamification-Based Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ไม่จำกัดอยู่ในเฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น สามารถประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning) ได้ (กิ่งกมล ศิริประเสริฐ, 2564) เนื่องจากเกมมิฟิเคชันเป็นเทคนิคในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบของเกมโดยไม่ใช้ตัวเกม เพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยในการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน ใช้กลไกของเกมเป็นตัวดำเนินการอย่างไม่ซับซ้อน อันจะทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรม ตรวจสอบ ปรับปรุงและหาวิธีการแก้ไขปัญหา โดยมี 7 องค์ประกอบ ได้แก่ เป้าหมาย (Goals), กฎ (Rules), ความขัดแย้ง การแข่งขัน หรือความร่วมมือ (Conflict, Competition, or Cooperation), เวลา (Times), รางวัล (Reward), ผลป้อนกลับ (Feedback) และ ระดับ (Levels) ผู้สอนอาจมี การวางเรื่องราวของการเรียนรู้ในรูปแบบของเกม และกำหนดกฎกติกาอย่างชัดเจน แล้วใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นส่วนหนึ่งของเกมมิฟิเคชัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เชิงรุกในการฝ่าฟันแต่ละเป้าหมายที่ผู้สอนกำหนดไว้ เมื่อนักเรียนทำได้ในแต่ละเป้าหมายในแต่ละระดับ จะมีการให้ผลป้อนกลับและมอบรางวัล (กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, 2560) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทางสังคมที่เกิดขึ้นผ่านปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน เกมมิฟิเคชันสามารถเสริมสร้างทักษะการทำงานร่วมกันได้โดยใช้กลไกของเกม เช่น การกำหนดบทบาท การแข่งขันแบบกลุ่ม และความร่วมมือเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน ซึ่งช่วยให้นักเรียนฝึกการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแก้ปัญหาร่วมกัน (Vygotsky, 1978) การใช้เกมมิฟิเคชันช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้นและเกิดการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Kaplan and Haenlein, 2016) เกมมิฟิเคชันยังช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม การสังเกต การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลอย่างมีเหตุผล (Su and Cheng, 2015) นักเรียนสามารถพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น เมื่อมีโอกาสทดลอง แก้ปัญหา และสะท้อนแนวคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของเกมมิฟิเคชัน ที่กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยใช้หลักฐานและเหตุผล (Deterding, et al., 2011) นอกจากนี้การใช้เกมมิฟิเคชันในชั้นเรียนช่วยส่งเสริมแรงจูงใจภายในของนักเรียน และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจในการแข่งขัน (Buckley and Doyle, 2016)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้กับหลักฐานเชิงประจักษ์ในการอธิบายและลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม นำไปสู่การยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาระดับการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ห้อง จำนวน 200 คน เนื่องจากนักเรียนมีความแตกต่างกันภายในกลุ่มแต่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่ม

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

1.4.1.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน

ตัวแปรตาม

1) การใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.1.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า เวลาเรียน 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเนื้อหาออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ คือ

1) การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

2) การชุบโลหะ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

3) การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าและทำโลหะให้บริสุทธิ์ เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

4) เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

1.4.1.5 ระยะเวลาและสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2568 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลา 12 ชั่วโมง สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยคือ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน การนำหลักการและเทคนิคของเกมมาใช้ในการออกแบบและจัดการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มแรงจูงใจและความสนุกสนานให้กับนักเรียน โดยใช้กลไกของเกม เช่น คะแนน รางวัล ความท้าทาย และการแข่งขัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและน่าตื่นเต้นมากยิ่งขึ้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นในการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย ต้องการที่จะเรียนรู้ โดยเริ่มจากครูผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ภาพรวมของเนื้อหา เป้าหมาย ภารกิจ เงื่อนไขการผ่านภารกิจ การได้รับคะแนนสะสม การสูญเสียพลังชีวิต (HP) และการเลื่อนลำดับขั้นของนักเรียน ใช้เวลา 15 นาที

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาบทเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ใช้เวลา 40 นาที

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติภารกิจ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ ประสบการณ์ที่ได้จากขั้นการเรียนรู้มาใช้ในการปฏิบัติภารกิจ และเข้าร่วมกิจกรรมเกม ใช้เวลา 60 นาที

ขั้นที่ 4 การประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้รับมาแก้ปัญหา ประเมินความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน ใช้เวลา 30 นาที

ขั้นที่ 5 การให้รางวัล เป็นขั้นที่ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม ใช้เวลา 20 นาที

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การอธิบายความจริงที่ได้มาจากการทดลอง หรือสืบค้นจนพบหลักฐานที่สนับสนุนข้อความจริงนั้น โดยจะต้องมีการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน และความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาการเรียนรู้และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่ใช้หลักการและเหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ โดยช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งสมมติฐาน และสรุปผลการศึกษาได้อย่างเป็นระบบ วัดโดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ มี 2 ตอน ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์อย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 เพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยของ Lawson (2009) โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้ จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าวการกล่าวอ้างข้อสรุป

2. ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยาน มาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุปข้อมูลหรือหลักฐานได้

3. ด้านการสร้างข้อสรุป ที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานหรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบ เพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพที่นักเรียนได้รับหลังจากการเรียนรู้ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือความสามารถในด้านต่าง ๆ ทั้งความสามารถในการ

คิดวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการพัฒนาทักษะจากประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ วัดโดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ตามแนวคิดของ Bloom (1976) มี 6 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้-ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง รวมถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงตามหลักทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

ด้านที่ 2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนไปหรือเป็นการสรุปของเนื้อหา และการย่อความ

ด้านที่ 3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ต่างจากบทเรียน รวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์หลักสำคัญ และวิธีการมาใช้ในการเรียนรู้

ด้านที่ 4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาหรือข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบย่อย รวมทั้งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจในภาพรวมของเนื้อหาได้อย่างมีเหตุผล

ด้านที่ 5 การสังเคราะห์ หมายถึง การนำองค์ประกอบย่อยมาประยุกต์ใช้ หรือประกอบเป็นสิ่งใหม่ในการวางแผน การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหา เป็นการสร้างแนวคิดใหม่ หรือแบบแผนใหม่ขึ้นมา

ด้านที่ 6 การประเมินค่า หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งนั้น ซึ่งมีแบบแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน โดยเกณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองก็ได้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนได้ระบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน ที่มีองค์ประกอบขั้นตอน และกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของนักเรียน

1.6.2 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

1.6.3 เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนหรือผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

1.6.4 นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน (Gamification-Based Learning)
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. กรอบแนวคิดการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรูแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้มีการประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยเป้าหมายของหลักสูตรเน้นการพัฒนาคุณภาพนักเรียน กระบวนการนำหลักสูตรไปใช้ในระดับเขตพื้นที่การศึกษาและสถานศึกษา และได้มีการกำหนดวิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของนักเรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนในแต่ละระดับชั้น และนอกจากนั้นยังได้กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ไว้ในหลักสูตรแกนกลางของแต่ละระดับชั้น เปิดโอกาสให้สถานศึกษาสามารถจัดเวลาเรียนเพิ่มเติมได้ตามความพร้อม ปรับปรุงวิธีการวัด ประเมินผลนักเรียน เกณฑ์การจบการศึกษาแต่ละระดับ และเอกสารแสดงหลักฐานทางการศึกษาใหมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้

2.1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2.1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

2.1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2.1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

2.1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.1.3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมลูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

2.1.4 สมรรถนะสำคัญชองนักเรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การพัฒนานักเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

2.1.4.1 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม สภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

2.1.4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2) ซื่อสัตย์สุจริต

3) มีวินัย

4) ใฝ่เรียนรู้

5) อยู่อย่างพอเพียง

6) มุ่งมั่นในการทำงาน

7) รักความเป็นไทย

8) มีจิตสาธารณะ

2.1.5 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนี้

2.1.5.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.5.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

2.1.5.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี

2.1.5.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.1.5.5 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.1.5.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.1.5.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.1.6 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

2.1.6.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.1.6.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสารการเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

2.1.6.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.6.4 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.7 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม นักเรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

2.1.7.1 ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.7.2 เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

2.1.7.3 ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

2.1.7.4 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพและดาราศาสตร์กับมนุษย์

2.1.8 สาระเคมีเพิ่มเติม

2.1.8.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.8.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.8.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

2.1.9 ผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1.9.1 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ที่มีพันธะเดี่ยว พันธะคู่หรือพันธะสามที่พบในชีวิตประจำวัน

2.1.9.2 เขียนสูตรโครงสร้างลิวอิส สูตรโครงสร้างแบบย่อและสูตรโครงสร้างแบบเส้นของสารประกอบอินทรีย์

2.1.9.3 วิเคราะห์โครงสร้าง และระบุประเภทของสารประกอบอินทรีย์จากหมู่ฟังก์ชัน

2.1.9.4 เขียนสูตรโครงสร้างและเรียกชื่อสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ ที่มีหมู่ฟังก์ชันไม่เกิน 1 หมู่ตามระบบ IUPAC

2.1.9.5 เขียนไอโซเมอร์โครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ประเภทต่าง ๆ

2.1.9.6 วิเคราะห์และเปรียบเทียบจุดเดือดและการละลายในน้ำของสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน ขนาดโมเลกุล หรือโครงสร้างต่างกัน

2.1.9.7 ระบุประเภทของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนและเขียนผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยากับโบรมีน หรือปฏิกิริยากับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

2.1.9.8 เขียนสมการเคมีและอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอไมด์ ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสและปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

2.1.9.9 ทดสอบปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชัน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส และปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน

2.1.9.10 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการนำสารประกอบอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอุตสาหกรรม

2.1.9.11 ระบุประเภทของปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์จากโครงสร้างของมอนอเมอร์หรือพอลิเมอร์

2.1.9.12 วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2.1.9.13 ทดสอบ และระบุประเภทของพลาสติกและผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์

2.1.9.14 อธิบายผลของการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง และการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์

2.1.9.15 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข

2.1.9.24 คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

2.1.9.25 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้ง เขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

2.1.9.26 ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

2.1.9.27 ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

2.1.9.28 ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

2.1.9.29 คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

2.1.9.30 อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

2.1.9.31 ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

2.1.9.32 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

2.1.10 คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ศึกษา วิเคราะห์ ระบุ ทดลอง อธิบายปฏิกิริยาที่เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างโลหะกับโลหะไอออนในสารละลาย เพื่อนำไปสู่การอธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ ทั้งในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน รวมทั้งการดุลสมการรีดอกซ์ ส่วนประกอบของเซลล์ หลักการทำงานและปฏิกิริยาที่เกิดในเซลล์กัลวานิก การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก การวัดศักย์ไฟฟ้าของเซลล์กัลวานิก การหาค่าต่างศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ การใช้คำศักย์ไฟฟ้าของเซลล์ทำนายทิศทางการเกิดปฏิกิริยาเซลล์กัลป์วานิกชนิดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ส่วนประกอบและหลักการทำงานรวมทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นส่วนประกอบของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ การแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะ และการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การผลิตโลหะอะลูมิเนียม และโลหะแมกนีเซียม การผุกร่อนของโลหะและวิธีการป้องกัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวของกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี เช่น การทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงและแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์แข็ง อุตสาหกรรมแร่ ประเภทของแร่เศรษฐกิจ ธาตุและสารประกอบในแร่ การถลุงแร่และการนำมาใช้ประโยชน์ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวของกับโซเดียมคลอไรด์ อุตสาหกรรมปุ๋ยโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

โดยใช้ทักษะกระบวนวิทยาศาสตร์ ในการลงความเห็นจากข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การตั้งสมมติฐาน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การสื่อสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ เพื่อให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผล ความรอบคอบ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม ความตั้งใจเรียนและการแสวงหาความรู้

2.1.11 โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ผ.16 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	ม.2/8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	3
ผ.17 การชุบโลหะ		3
ผ.18 การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าและทำโลหะให้บริสุทธิ์		3
ผ.19 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	ม.2/9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	3
รวม		12

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดทำโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม ว30225 เคมี 5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รวม 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง เพื่อจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน (Gamification-Based Learning)

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้ นักวิชาการได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานไว้ดังนี้

อัรฮาวี เจ๊ะสะแม และคณะ (2560) ได้ให้ความหมายเกมมิฟิเคชันเป็นฐานว่า เป็นแนวคิดของการนำองค์ประกอบของเกม ไม่ว่าจะเป็น แต้ม ระดับที่เล่น เก็บค่าประสบการณ์ ผ่านภารกิจและเงื่อนไขต่าง ๆ การรับของรางวัลและเพิ่มสถานะให้เก่งขึ้นกว่าเดิม มาปรับใช้ในสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากเกม ซึ่งรวมไปถึงการตลาดและกลยุทธ์ทางดิจิทัลต่าง ๆ การนำเอาแนวคิดที่เกี่ยวกับเกมและการออกแบบเกมมาประยุกต์ใช้ในการจูงใจและทำให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้ผ่านความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายใดเป้าหมายหนึ่ง ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เล่นและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2561) ได้ให้ความหมายเกมมิฟิเคชันเป็นฐานว่า เป็นการประยุกต์องค์ประกอบหลักการของเกมให้เข้ากับบริบทที่ไม่ใช่เกมเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ การใช้พฤติกรรมตอบสนองของนักเรียนด้วยกลไกของเกม เป็นการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ การนำเกมมาใช้ในบริบทการศึกษามุ่งเน้นฝึกฝนทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน โดยการนำเทคนิคหรือแนวคิดในการออกแบบเกมมาประยุกต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกมมิฟิเคชัน

เบญจภัค จงหมื่นไวย์ และคณะ (2561) ได้ให้ความหมายเกมมิฟิเคชันเป็นฐานว่า คือ การนำกลศาสตร์การเล่นเกมมาปรับใช้กับกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมของนักเรียนและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความถนัด ดังนั้นเกมมิฟิเคชันสามารถนาไปปรับใช้กับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันที่ถูกขับเคลื่อนไปด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้เป็นการเรียนการสอนที่ใช้หลักกลไกของเกม ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวมีความกระตือรือร้นในการเรียน โดยแนวคิดเกมมิฟิเคชันสามารถประยุกต์ใช้เข้ากับการเรียนการสอนทุกระดับและทุกสาขาวิชา รวมทั้งสามารถบูรณาการโครงสร้างของเกมมาใช้ในการออกแบบบทเรียน ทำให้เนื้อหามีความน่าสนใจและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการมีส่วนร่วมกับการเรียนได้

Kapp, Lee and Hammer (2012) ได้ให้ความหมายเกมมิฟิเคชันเป็นฐานว่า คือ การนำกลไกของเกมมาเป็นฐานและประยุกต์ใช้ในบริบทที่ไม่ใช่เกม เพื่อสร้างความผูกพัน เร้าความสนใจ ส่งเสริมการเรียนรู้และการแก้ปัญหา

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน คือ การนำแนวคิดและรูปแบบของการเล่นเกมมาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการดึงดูดความสนใจของนักเรียน โดยใช้ความสนุกสนาน และความน่าตื่นเต้นของเกมมาใช้เพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการ และการจัดการเรียนการสอนโดยนำสื่อประเภทเกมมาใช้ในชั่วโมงการสอน เพื่อพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน โดยในเกมจะมีการสอดแทรกเนื้อหาของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

2.2.2 องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน

องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันไว้ในลักษณะที่หลากหลาย ทั้งนี้สามารถสรุปองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันที่สำคัญได้ดังนี้

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2561) ได้อธิบายว่า เกมมิฟิเคชันประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมหลากหลายรูปแบบ โดยองค์ประกอบหลักของเกมมิฟิเคชันสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประการ ได้แก่

1. กลไกของเกมมิฟิเคชัน ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของเกม ประกอบด้วยรูปแบบการเล่นกติกา เงื่อนไขของรางวัล เป้าหมายของเกม และวิธีการโต้ตอบระหว่างผู้เล่น กลไกของเกมมีบทบาทสำคัญในการกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในเกม และต้องได้รับการออกแบบล่วงหน้าก่อนการเริ่มเล่น

ตัวอย่างกลไกของเกมที่นิยมใช้ ได้แก่ ระบบคะแนน ระดับชั้น รางวัล สิ่งของเสมือน กระดานแสดงผลคะแนน และการมอบของขวัญระหว่างผู้เล่น

2. พลวัตของเกมมิฟิเคชัน หมายถึงพฤติกรรมหรือการตอบสนองของผู้เล่นที่เกิดจากการทำงานของกลไกเกม โดยพฤติกรรมดังกล่าวสะท้อนถึงการตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เช่น ความต้องการได้รับรางวัล การยอมรับจากผู้อื่น ความสำเร็จ การแสดงอัตลักษณ์ของตนเอง ความต้องการแข่งขัน และการแสดงความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่

3. อารมณ์และความรู้สึกของผู้เล่น ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการเล่นเกม เป็นผลมาจากการขับเคลื่อนของกลไกเกมและการตอบสนองต่อพลวัตของเกม อารมณ์ที่เกิดขึ้นสามารถมีได้ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ เช่น ความสนุกสนาน ความตื่นเต้น ความดีใจ ความผิดหวัง ความเบื่อหน่าย หรือความประหลาดใจ ซึ่งอารมณ์เหล่านี้มีผลต่อการมีส่วนร่วมและประสบการณ์ของผู้เล่นในการเล่นเกม

วิลาวัลย์ อินทร์ชำนาญ (2561) ได้อธิบายว่า เกมมิฟิเคชันนำกลไกหรือกลศาสตร์ของเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความน่าสนใจในการเรียนรู้หรือร่วมบริบทของกิจกรรมนั้น ๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจและความน่าตื่นเต้น ทำให้เกิดเป็นสภาพแวดล้อมที่ดี มีกระบวนการที่ง่ายต่อการเข้าใจในสิ่งที่ซับซ้อนหรือเข้าใจยาก โดยใช้เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันในความเป็นจริงมาจัดเป็นกิจกรรมในลักษณะของเกม องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันมี ดังนี้

1. เป้าหมาย (Goal)

สิ่งที่มีในทุกเกมคือเป้าหมายของการเล่นเกมนั้น ๆ เป้าหมายของเกมแต่ละชนิดมีวิธีการเล่นที่แตกต่างกัน เช่นอาจจะเป็นการกำหนดถึงการเอาชนะ สามารถแก้ปริศนาแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ที่ผู้ออกแบบเกมกำหนดไว้ เป้าหมายที่สร้างไว้ทำให้เกิดความท้าหาย (Challenges) ด่านต่าง ๆ ในเกมเป็นแผนที่สำคัญที่จูงใจให้เหล่าบรรดาผู้เล่นต้องบุกบ่าฝ่าดงจนถึงชัยชนะ และจดจำถึงความสำเร็จที่ได้กระทำแบบเป็นขั้นเป็นตอน ที่ช่วยให้ผู้เล่นเล่นต่อไปเรื่อย ๆ เมื่อบรรลุเป้าหมายจึงจะเป็นการจบเกม บางครั้งอาจจะจำเป็นต้องประกอบด้วยเป้าหมายย่อย (Sub-goal) ก่อนที่สามารถนำไปสู่เป้าหมายใหญ่ เพื่อให้เกิดการเล่นอย่างต่อเนื่อง กิจกรรมในเกมมิฟิเคชันจึงต้องมีการกำหนดเป้าหมายของแต่ละกิจกรรมให้ชัดเจน

2. กฎ (Rules)

กฎคือข้อกำหนด หรือข้อบังคับให้ต้องมีการปฏิบัติตาม เกมจะต้องมีการบอกถึงกฎกติกา วิธีการเล่น วิธีการให้คะแนน การจบเกม การได้รางวัล หรือเงื่อนไข โดยอธิบายไว้เพื่อให้ผู้เล่นปฏิบัติตาม ผู้ออกแบบเกมมิฟิเคชันจะต้องเป็นผู้กำหนดกฎต่าง ๆ ให้ชัดเจนตามภารกิจในกิจกรรมที่กำหนดขึ้น

3. ความขัดแย้ง การแข่งขัน หรือความร่วมมือ (Conflict, Competition, or Cooperation)

ในการเล่นเกมที่มีความขัดแย้งจะเป็นการเอาชนะ ผ่าฟันอุปสรรค โดยทำลายหรือขัดขวางฝ่ายตรงข้าม แต่การแข่งขันจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของตนเองเพื่อเอาชนะฝ่ายตรงข้าม

หรือเอาชนะตนเอง ส่วนความร่วมมือเป็นการร่วมกันเป็นทีมเพื่อเอาชนะอุปสรรค และบรรลุเป้าหมายที่มีร่วมกัน แนวทางดังกล่าวนี้เกมมิฟิเคชันนำมาใเพื่อสร้างแรงจูงใจในแต่ละกิจกรรม

4. เวลา (Times)

ตัวจับเวลาที่อาจจะทำให้ผู้เล่นเกิดความเครียดและความกดดัน เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแรงผลักดันในการทำกิจกรรมหรือการดำเนินการ ทำให้เป็นการฝึกฝนให้ผู้ร่วมกิจกรรมทำงานสัมพันธ์กับเวลา ผู้ร่วมกิจกรรมจะต้องเรียนรู้การจัดสรรบริหารเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญในกิจกรรมเกมมิฟิเคชันจะต้องกำหนดระยะเวลาในการสร้าง กิจกรรมต่าง ๆ ให้แน่นอน

5. รางวัล (Reward)

รางวัลเป็นสิ่งที่ผู้เล่นจะได้รับเมื่อประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยผ่านภารกิจบางอย่าง รางวัลคือผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมของผู้เล่น ซึ่งควรจะมีตารางอันดับคะแนน (Leaderboard) การให้รางวัลเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อเป็นการจูงใจให้ผู้เล่นแข่งขันกันทำคะแนนสูง หรือการเลื่อนลำดับในกิจกรรมที่กำหนดขึ้น

นำกิจกรรมในเกมมาออกแบบเพื่อสร้างแรงจูงใจ รางวัลจากกิจกรรมคือหัวใจสำคัญที่จะวัดระดับความสำเร็จของกิจกรรมนั้น นักออกแบบเกมได้ใช้แนวคิดต่าง ๆ ที่จะออกแบบให้ผู้เล่นสามารถมีส่วนร่วม จูงใจให้ผู้เล่นเล่นเกมหรือทำกิจกรรมนั้น จากหนังสือ Rules of Play ของ Salen and Zimmerman ได้แบ่งประเภทของรางวัล เป็น 4 แบบดังนี้

แบบที่ 1 :รางวัลแห่งเกียรติยศ หรือ Rewards of Glory เป็นรางวัลที่ไม่มีผลกระทบต่อเกม เป็นในการนำมาใช้เกี่ยวกับเกมมิฟิเคชัน รางวัลที่แสดงว่าผู้เล่น ได้ทราบว่าได้คะแนนเท่าไหร่ ติดอันดับอะไร เช่น การเช็คว่าผู้เล่นได้เข้ามาเล่นมีการพัฒนาขึ้นจากคะแนนสะสมที่เล่นได้

แบบที่ 2 :รางวัลการดำรงชีวิต หรือ Rewards of Sustenance เป็นรางวัลที่ให้ผู้เล่นสามารถรักษาให้ตัวเองอยู่ในเกม หรือเป็นการรักษาในอยู่กิจกรรมต่าง ๆ ที่ออกแบบไว้ เช่น ต้องรักษาคะแนนให้ไม่น้อยกว่า 10 คะแนน ถ้าไม่ถึงก็ไม่สามารถเล่นต่อได้

แบบที่ 3 :รางวัลเพื่อการเข้าถึง หรือ Rewards of Access เป็นรางวัลที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เล่นสามารถเข้ากิจกิจกรรมพิเศษต่าง ๆ แก้ไขปัญหาในเกมเพื่อเข้าถึงระดับต่าง ๆ ในภารกิจ เช่น การมีกุญแจเพื่อเข้าห้องได้ การมีรางวัลเพิ่ม หรือการไขปัญหาต่าง ๆ

แบบที่ 4 :รางวัลเพื่อสิ่งอำนวยความสะดวก หรือ Rewards of Facility เป็นรางวัลต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้เล่นสามารถทำกิจกรรมได้สะดวก รวดเร็วขึ้น เช่น กระโดดสูงขึ้น วิ่งเร็วขึ้น

ซึ่งรางวัลต่าง ๆ ทั้ง 4 แบบ นำมาออกแบบเพื่อสร้างให้ผู้ร่วมกิจกรรมทำกิจกรรมตามระยะเวลาที่กำหนด โดยใช้รางวัลเพื่อจูงใจให้กับผู้เล่นที่ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ได้รับแต้ม (Point) คะแนน ตรารับรอง หรือตราสัญลักษณ์ต่าง ๆ (Badge) หรือการได้เลื่อนระดับขั้น หรือระดับ

ความสามารถในตารางอันดับคะแนน (Leaderboard) และนำรางวัลแต่ละประเภทมาใช้จูงใจเพื่อให้ไปสู่เป้าหมาย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback)

เป็นกิจกรรมที่เกมสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เล่นสามารถทราบว่าตัวเองทำสิ่งนี้แล้วได้อะไรตอบแทน เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความคิด การกระทำที่ถูกต้อง หรือการกระทำที่ผิดพลาด เพื่อแนะนำไปในทางที่เหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรม จากภาพผลป้อนกลับอาจจะเป็นการแสดงภาพกราฟิก การ์ดแสดงตัวเลข เพื่อให้เห็นว่าความสามารถของผู้ร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับไหน

7. ระดับ (Levels)

เป็นทางสร้างระดับความยากง่ายของเกม เพื่อให้สัมพันธ์กับผู้เล่น เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความท้าทายต่อเนื่อง โดยผู้เล่นจะมีความคืบหน้าไปยังระดับที่สูงขึ้น เพื่อให้เกิดเป้าหมาย (Goals) ใหม่ ผู้เล่นจะได้รับความกดดันมากขึ้น ทำให้มีการใช้ประสบการณ์ทักษะ จากระดับก่อนหน้าที่ง่ายไปถึงระดับที่ยากขึ้นไปจนจบเกม บางครั้งระดับไม่จำเป็นต้องเริ่มจากระดับที่ 1 เสมอไป อาจจะมีการเลือกระดับ ง่าย ปานกลาง หรือยาก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เล่นเกม หรือบางครั้งระดับอาจอยู่ในลักษณะของตัวผู้เล่นเอง โดยใช้การเก็บประสบการณ์ที่มากขึ้น เมื่อเก็บประสบการณ์ถึงจุดหนึ่ง จะเป็นการเลื่อนระดับประสบการณ์ที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดการเล่นกิจกรรม

8. ตารางอันดับคะแนน (Leaderboard)

ตารางอันดับคะแนน หรือ Leaderboard เป็นตารางอันดับการได้เลื่อนระดับขั้น เพื่อเลื่อนลำดับความสามารถ เป็นตัวเชื่อมโยงสำคัญระหว่างผู้เล่นต่าง ๆ ในกิจกรรมนั้นเข้าด้วยกัน จนเกิดการเปรียบเทียบแข่งขัน และรู้สึกถึงความอยากเอาชนะ อยากพัฒนาต่อ อยากเก่ง ตารางอันดับคะแนนนิยมเรียงลำดับจากผู้ที่ได้คะแนนมากสุดลดหลั่นกันลงมา และเริ่มต้นให้กับผู้เล่นใหม่ด้วยการวางตำแหน่งไว้ตรงกลางท่ามกลางเพื่อนหรือคนรู้จัก เพื่อกระตุ้นให้ผู้เล่นแรงจูงใจที่ร่วมเล่นเกมเพื่อจะขยับตำแหน่งให้สูงขึ้น



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน. ปรับปรุงจาก *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*, โดย K. M. Kapp, 2012, San Francisco, CA: Pfeiffer.

Zimbrick (2013) ได้อธิบายว่า องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน ดังนี้

1. การวัดผล (Measurement) หมายถึง กระบวนการประเมินผลการใช้งานระบบเกมมิฟิเคชันของผู้ใช้ ซึ่งครอบคลุมการวัดในหลายด้าน เช่น ระยะเวลาในการใช้งาน ความถี่ในการเข้าใช้งาน ปริมาณกิจกรรมที่เกิดขึ้น ระดับความสำเร็จ คุณภาพของผลงาน ความสามารถของผู้ใช้ รวมถึงการได้รับการยอมรับจากผู้อื่นในระบบ

2. พฤติกรรม (Behavior) เป็นองค์ประกอบที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้ใช้งานแสดงพฤติกรรมตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระบบเกมมิฟิเคชัน โดยพฤติกรรมที่คาดหวังอาจประกอบด้วยความซื่อสัตย์ ความรอบรู้ คุณภาพของการกระทำ และการปฏิบัติตามข้อตกลงหรือกติกาที่กำหนด

3. รางวัล (Reward) ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้ใช้งาน การได้รับรางวัลในระบบเกมมิฟิเคชันต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบ เช่น ระดับความรู้ความเข้าใจในงาน สถานะการทำกิจกรรม การได้รับสิทธิพิเศษ หรือการเชื่อมโยงกับระบบ เพื่อให้รางวัลมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้

4. กลไกของเกม (Mechanics) เป็นการนำโครงสร้างและองค์ประกอบของเกมมาประยุกต์ใช้ในระบบเกมมิฟิเคชัน เช่น การกำหนดเค้าโครงเรื่อง ลำดับเหตุการณ์ การโต้ตอบกับผู้ใช้

การกำหนดระยะเวลา ระบบการให้คะแนน การเข้าใช้งาน และการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งาน ซึ่งกลไกเหล่านี้ช่วยสร้างประสบการณ์การใช้งานที่น่าสนใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้

Kapp (2014) ได้สรุปหลักการ โดยแบ่งองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันไว้ คือ เกมมิฟิเคชันเชิงโครงสร้าง และเกมมิฟิเคชันเชิงเนื้อหา ดังนี้

1. เกมมิฟิเคชันเชิงโครงสร้าง (Structural Gamification) เป็นการนำองค์ประกอบของเกม เช่น คะแนน เหรียญตรา ความสำเร็จ และระดับขั้น มาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับเนื้อหาที่มีอยู่เดิมหรือเนื้อหาที่มีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อย โดยที่ตัวเนื้อหาไม่ได้ถูกออกแบบให้เป็นเกมโดยตรง องค์ประกอบของเกมทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเสริมเพื่อสร้างแรงจูงใจผ่านระบบรางวัล ตัวอย่างเช่น การให้คะแนนเมื่อนักเรียนรับชมสื่อการเรียนรู้หรือทำภารกิจที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเนื้อหาการเรียนรู้มิใช่ส่วนหนึ่งของเกมโดยตรง แต่ระบบรางวัลเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน

2. เกมมิฟิเคชันเชิงเนื้อหา (Content Gamification) เป็นการนำแนวคิดและองค์ประกอบของเกมมาประยุกต์ใช้ในการปรับรูปแบบของเนื้อหาให้มีลักษณะคล้ายเกมมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มบริบท กิจกรรม หรือโครงเรื่องที่มีลักษณะของเกมเข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ แม้จะไม่ใช่เกมโดยสมบูรณ์ แต่ช่วยให้เนื้อหามีความน่าสนใจและท้าทายมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การออกแบบกิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียนในรูปแบบของความท้าทาย การใช้เรื่องราวในกิจกรรมเชิงปฏิบัติ ซึ่งเกมมิฟิเคชันในลักษณะนี้ส่งผลเชิงบวกต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งในด้านการสร้างแรงจูงใจ การส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การพัฒนาจินตนาการ ตลอดจนการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และความผูกพันต่อการเรียนรู้

จากการศึกษาองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันดังกล่าวพบว่า องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันมีความสอดคล้องกันในหลายประการ โดยสามารถจำแนกได้ตั้งแต่ระดับโครงสร้างพื้นฐาน 3 ด้าน ได้แก่ กลไกของเกม พลวัตของเกม และอารมณ์ความรู้สึกของผู้เล่น ไปจนถึงองค์ประกอบเชิงปฏิบัติ 8 ประการ ได้แก่ เป้าหมาย กฎ การแข่งขัน เวลา รางวัล ผลป้อนกลับ ระดับ และตารางอันดับคะแนน องค์ประกอบเหล่านี้ล้วนทำหน้าที่เป็นแกนหลักสำคัญที่ช่วยสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เล่นในกิจกรรมเกมมิฟิเคชัน

2.2.3 การออกแบบเกมมิฟิเคชัน

การออกแบบเกมมิฟิเคชันเป็นกระบวนการสำคัญที่มุ่งเน้นการนำองค์ประกอบและกลไกของเกมมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับบริบทการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ นักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนวทางและหลักการในการออกแบบเกมมิฟิเคชันที่หลากหลาย โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมายการเรียนรู้ พฤติกรรมของนักเรียน และองค์ประกอบของเกม ดังนี้

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2560) ได้อธิบายว่า การออกแบบเกมมิฟิเคชันเป็นการนำหลักการและกลศาสตร์ของเกมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการใช้รางวัลเป็นแรงเสริม เช่น คะแนน การเลื่อนระดับ การเลื่อนขั้น และการมอบป้ายสัญลักษณ์หรือใบรับรองต่าง ๆ ทั้งนี้ กระบวนการออกแบบเกมมิฟิเคชันสามารถแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดผลการเรียนรู้ (Identify Learning Outcomes) ผู้สอนจำเป็นต้องชี้แจงผลการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเป้าหมายและทิศทางของการเรียนรู้ผ่านเกม

2. การกำหนดแนวคิดหลักของเกม (Choose a Big Idea) เป็นการออกแบบเกมให้มีความท้าทายและน่าสนใจ ส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนาน และเอื้อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้

3. การวางโครงเรื่องของเกม (Storyboard the Game) เป็นการกำหนดลำดับเหตุการณ์และเรื่องราวของเกมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด พร้อมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายภายในเกม

4. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Design Learning Activities) ผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนการสอน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้

5. การจัดรูปแบบการเล่นเป็นทีม (Build Teams) การออกแบบเกมสามารถจัดให้นักเรียนเล่นเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้ อย่างไรก็ตาม การเล่นเป็นทีมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียน

6. การประยุกต์ใช้พลวัตของเกม (Apply Game Dynamics) เป็นการนำกลไกและพลวัตของเกมมาใช้ เช่น การสร้างแรงจูงใจ การเลื่อนระดับ การแข่งขัน การให้รางวัล และการสร้างความท้าทาย เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน

พันทิพา อมรฤทธิ์ และศยามน อินสะอาด (2565) ได้เสนอว่า แนวคิดเกมมิฟิเคชันสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับการศึกษาและทุกสาขาวิชา อีกทั้งยังสามารถบูรณาการโครงสร้างและองค์ประกอบของเกมเข้ากับการออกแบบหลักสูตรและเนื้อหาบทเรียน เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียน ส่งเสริมแรงจูงใจ และกระตุ้นพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในการเรียนรู้ นอกจากนี้ การนำเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบหลักสูตรการเรียนการสอนออนไลน์ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในระบบการเรียนรู้ออนไลน์มากยิ่งขึ้น โดยการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์ร่วมกับองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันสามารถกระตุ้นการรับรู้ของนักเรียน และเอื้อต่อการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบ การเรียนการสอนแบบเกมมิฟิเคชันในบริบทของอีเลิร์นนิง (Gamified e-Learning Design) เป็นการผสาน แนวคิด

เกมมิฟิเคชันเข้ากับกระบวนการพัฒนาอีเลิร์นนิง โดยมุ่งเน้นการกระตุ้นความสนใจ การสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยทั่วไปเกมมิฟิเคชันมักถูกนำมาใช้กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาจก่อให้เกิดความรู้สึกน่าเบื่อ เช่น การตอบแบบสอบถาม การอ่านข้อมูลจำนวนมากบนเว็บไซต์ หรือการฝึกอบรมออนไลน์ ทั้งนี้ กระบวนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ Gamified e-Learning ประกอบด้วยหลายขั้นตอน ตั้งแต่การวางแผน การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการทบทวนปรับปรุง ผู้สอนจึงจำเป็นต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์โดยประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชันร่วมกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ และเชื่อมโยงนักเรียนเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิผล

Marczewski (2015) ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบเกมมิฟิเคชันที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ โดยกระบวนการออกแบบประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การวางแผน การออกแบบและพัฒนา การให้ข้อมูลย้อนกลับ และการเตือนความจำ ทั้งนี้ การนำเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในบริบททางการศึกษาสามารถดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษากลุ่มเป้าหมาย ผู้สอนควรทำความเข้าใจลักษณะของนักเรียนอย่างรอบด้าน เช่น ช่วงอายุ ความสามารถในการเรียนรู้ และทักษะพื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่ รวมถึงบริบทของการจัดการเรียนรู้ อาทิ จำนวนนักเรียน เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ เป็นการระบุจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้นักเรียนบรรลุ เช่น การผ่านการประเมินผล การสามารถแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด หรือการพัฒนาทักษะที่คาดหวัง

3. การจัดโครงสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ โดยกำหนดลำดับของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสำคัญและความจำเป็นของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

4. การพิจารณาทรัพยากรที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งต้องคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่แล้วและทรัพยากรที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม รวมถึงการวางแผนด้านงบประมาณให้เหมาะสมกับการดำเนินกิจกรรม

5. การกำหนดองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน โดยพิจารณาการนำกลไกของเกมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มุ่งเน้นการพัฒนาตนเองของนักเรียน (Self-elements) เช่น ระบบคะแนน ระดับขั้น เหรียญรางวัล และสิ่งของเสมือนจริง และกลุ่มที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social-elements) เช่น กระดานผู้นำ การแข่งขันการทำกิจกรรมร่วมกัน และการแบ่งปันข้อมูลระหว่างนักเรียน

MacMeekin (2017) กล่าวว่า การออกแบบเกมมิฟิเคชัน (Gamification หรือ Gamify) คือ การบูรณาการองค์ความรู้และกลไกของเกมเข้ากับกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นการใช้รางวัลและแรงจูงใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพยายามและประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การออกแบบเกมมิฟิเคชันประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุผลการเรียนรู้ ผู้สอนต้องกำหนดและอธิบายผลการเรียนรู้ที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความก้าวหน้าและความสำเร็จของนักเรียน

2. การเลือกแนวคิดที่ยิ่งใหญ่ ผู้สอนต้องเลือกแนวคิดที่สร้างความท้าทายและความน่าสนใจ สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้จนสิ้นสุด และนักเรียนสามารถนำผลการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง

3. การกำหนดเรื่องราวของเกม มีการออกแบบลำดับเรื่องราวตั้งแต่จุดเริ่มต้นของเกมพร้อมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหา

4. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่ออกแบบกิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน

5. การสร้างทีม เกมสามารถออกแบบให้เล่นเป็นรายบุคคลหรือเป็นทีม โดยการเล่นเป็นทีมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ได้ดีกว่า

6. การประยุกต์ใช้มิติของเกม ผู้สอนต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าเกมมิฟิเคชันมีองค์ประกอบของเกมอย่างเหมาะสม เช่น แรงจูงใจ ระดับการแข่งขัน ความท้าทาย รางวัล การยอมรับความพ่ายแพ้ และอิสระในการแสดงออกของนักเรียนเป็นรายบุคคล

จากการศึกษาการออกแบบเกมมิฟิเคชันดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การประยุกต์ใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันในการออกแบบการเรียนการสอน เน้นการใช้กลไกของเกมเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยประกอบด้วยการระบุผลการเรียนรู้ การเลือกแนวคิดที่ท้าทาย การออกแบบเรื่องราวและกิจกรรมการเรียนรู้ การสร้างทีม และการใช้พลวัตของเกม เช่น รางวัลและการเลื่อนระดับ โดยมีขั้นตอนที่ชัดเจนในการออกแบบและพัฒนาเนื้อหาการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน

2.2.4 หลักการของเกมมิฟิเคชัน

หลักการของเกมมิฟิเคชันเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีบทบาทต่อความสำเร็จในการนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทการเรียนรู้ ทั้งในด้านการส่งเสริมแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน นักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาและนำเสนอหลักการของเกมมิฟิเคชัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

สุทธิกร กรมทอง (2559) สรุปหลักการของเกมมิฟิเคชันว่า เป็นการนำกลไกและกฎเกณฑ์ของเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เล่น รวมถึงการขับเคลื่อนพฤติกรรมของนักเรียน

ผ่านองค์ประกอบของเกม ซึ่งกลไกและกฎเกณฑ์ดังกล่าวสามารถจูงใจให้ผู้ใช้เกิดความต้องการในหลายด้าน เช่น ความต้องการได้รับสิ่งตอบแทน ความต้องการทางสังคม การแข่งขัน และความต้องการแสดงออกถึงตัวตนของตนเอง อันนำไปสู่การมีส่วนร่วมและการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาสกร ใหลสกุล (2562) ได้สรุปหลักการว่า เกมมิฟิเคชันประกอบด้วย 2 หลักการ ดังนี้

1. กลไกของเกมและหลักการขับเคลื่อนของเกม โดยกลไกของเกมหมายถึงการออกแบบองค์ประกอบที่เอื้อต่อการโต้ตอบระหว่างเกมกับผู้เล่น ซึ่งช่วยสร้างความสนุกสนาน ความท้าทาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นที่ไม่ใช่การเล่นเกมโดยตรง กลไกดังกล่าวมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบคะแนน ระดับขั้น ตารางคะแนน ความท้าทาย รางวัล เหรียญตรา และการแสดงความสำเร็จของผู้เล่น

2. หลักการขับเคลื่อนของเกม เป็นการอธิบายถึงพฤติกรรมและแรงผลักดันพื้นฐานของมนุษย์ที่เกิดขึ้นจากการมีส่วนร่วมกับเกม ซึ่งประกอบด้วยความต้องการได้รับผลตอบแทน ความต้องการประสบความสำเร็จ ความต้องการได้รับการยอมรับจากผู้อื่น การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การแสดงออกถึงน้ำใจ ความเป็นตัวตนของตนเอง รวมถึงความต้องการแข่งขัน องค์ประกอบเหล่านี้ล้วนมีบทบาทสำคัญในการสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้

Kapp (2012) กล่าวว่า เกมมิฟิเคชันเป็นการนำกลไก แนวคิด และองค์ประกอบของเกมมาประยุกต์ใช้ในบริบทที่ไม่ใช่เกม เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจ การมีส่วนร่วม และการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยหลักการสำคัญของเกมมิฟิเคชันประกอบด้วย

1. การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน (Clear Goals) เพื่อให้ผู้เรียนทราบทิศทางและผลลัพธ์ที่ต้องการบรรลุ

2.การให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) เพื่อให้ผู้เรียนรับรู้ความก้าวหน้า และสามารถปรับปรุงการปฏิบัติงานได้อย่างต่อเนื่อง

3. การสร้างความท้าทาย (Challenge) โดยกำหนดกิจกรรมที่มีระดับความยากเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

4. การให้รางวัล (Rewards) เช่น คะแนน เหรียญตรา หรือระดับขั้น เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้

5. การติดตามความก้าวหน้า (Progression) เพื่อให้ผู้เรียนเห็นพัฒนาการของตนเองและเกิดความภาคภูมิใจในความสำเร็จ

6. การส่งเสริมการมีส่วนร่วม (Engagement) ผ่านกิจกรรมที่สร้างความสนุกสนานและกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าร่วมอย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาหลักการของเกมมิฟิเคชันดังกล่าวสรุปว่า เกมมิฟิเคชันมีหลักการที่สอดคล้องกัน คือการนำกลไกและกฎเกณฑ์ของเกมมาประยุกต์ใช้ เพื่อขับเคลื่อนพฤติกรรมและสร้างแรงจูงใจให้แก่นักเรียน โดยอาศัยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ระบบคะแนน รางวัล การแข่งขัน และการยอมรับจากผู้อื่น ซึ่งทั้งหมดนี้มุ่งเป้าไปที่การส่งเสริมการมีส่วนร่วม ความต้องการประสบความสำเร็จ และการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นหัวใจสำคัญของการนำเกมมิฟิเคชันไปใช้ในบริบทการศึกษา

2.2.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม และมีแรงจูงใจในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยอาศัยการนำองค์ประกอบและกลไกของเกมมาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้มีผู้การกล่าวถึงขั้นตอนในการใช้เกมมิฟิเคชันสำหรับประกอบการสอน ดังนี้

พิชญะ โชคพล (2558) เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการสร้างแรงจูงใจ
2. ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
3. ขั้นดำเนินการแข่งขัน
4. ขั้นการให้รางวัล

เบญจภัค จงหมื่นไวย์ และคณะ (2561) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันในหลากหลายบริบท โดยเฉพาะด้านการศึกษาและโครงการเพื่อพัฒนาสังคม ซึ่งสามารถอธิบายได้ผ่านกรอบแนวคิดที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นออกแบบและพัฒนา ขั้นการโต้ตอบแบบย้อนกลับ และขั้นการเตือนความจำ ดังนี้

1. ขั้นวางแผน เป็นการกำหนดแนวคิดพื้นฐานของเกม เช่น ลักษณะของเกมและกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย

2. ออกแบบและพัฒนา เป็นกระบวนการสร้างเกม โดยพิจารณาวิธีการออกแบบ การวิเคราะห์ระบบ รวมถึงการทดสอบการใช้งานโดยผู้ใช้จริง

3. โต้ตอบแบบย้อนกลับ เป็นการเผยแพร่ข้อมูล การรับข้อเสนอแนะ และการปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

4. ขั้นการเตือนความจำ เป็นการวางแผนเพื่อส่งเสริมให้ผู้ใช้งานจดจำประสบการณ์ที่สนุกสนานและเกิดแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงทั้งแรงจูงใจภายในและปัจจัยภายนอก ทั้งนี้ แรงจูงใจภายในที่สำคัญประกอบด้วยความรู้สึกเชื่อมโยงและมีส่วนร่วม ความเป็นอิสระในการตัดสินใจ ความเชี่ยวชาญ และการมีเป้าหมายที่ชัดเจน ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบที่ช่วยสนับสนุนการมีส่วนร่วมและความยั่งยืนของการใช้เกมมิฟิเคชัน

กุสุมา พลเสน และคณะ (2566) เสนอกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ว่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นกระตุ้นความคิด (Activation) ให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ โดยใช้สื่อที่น่าสนใจในการ นำเสนอเรื่องราวที่แปลกใหม่ และเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ที่นักเรียนจะพบในการใช้ชีวิตหรือการประกอบอาชีพ ดังนี้

1.1 ชี้แจงเป้าหมาย (Clarifying Learning Target) เป็นขั้นชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ภาพรวมของเนื้อหา ทักษะเป้าหมาย ภารกิจการเรียนรู้ของนักเรียนและของทีม เงื่อนไขการได้รับค่าประสบการณ์ โบนัส เหรียญตรา การสูญเสียพลังชีวิต การเลื่อนระดับความสำเร็จ และการจัดอันดับทีม

1.2 จูงใจใฝ่รู้ (Engagement) เป็นขั้นทบทวนความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้ ผ่านกิจกรรม Bell Work โดยนำเสนอสื่อหลากหลายประเภทให้นักเรียนพิจารณา และร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

2. ขั้นทำภารกิจเบื้องต้น (Arrangement) ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ และสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำเสนอ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในทีมในขั้นต่อไป ดังนี้

2.1 ประเมินปัญหา (Considering Problem) เป็นขั้นที่นักเรียนเผชิญภารกิจปัญหาแล้วทำการตัดสินหรือประเมินแนวทางการแก้ไขสถานการณ์นั้นในเบื้องต้น ประเมินตนเองว่าเรื่องใดบ้างที่มีความรู้แล้ว และเรื่องใดบ้างที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม

2.2 ค้นคว้าสืบเสาะ (Meeting Information) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนศึกษาความรู้ใหม่จากสื่อการเรียนรู้ประเภทต่าง ๆ อย่างมีอิสระในการเรียนรู้

2.3 ปรับเหมาะคำตอบ (Revising Answer) เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปแนวทางการทำภารกิจ จากความรู้ใหม่ที่ได้ศึกษา โดยนักเรียนอาจมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม

3. ขั้นผจญภัย (Adventure) ให้นักเรียนในทีมร่วมกันตัดสินใจแบ่งสมาชิกออกเป็นกลุ่มย่อยกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ และปฏิบัติงานในกลุ่มย่อย ร่วมกันคิดวิเคราะห์ กำหนดแนวทางการแก้ปัญหา และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ให้สำเร็จ ดังนี้

3.1 มอบหมายภารกิจ (Assigning Mission) เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละทีมได้รับภารกิจการเรียนรู้ที่มีระดับความท้าทายแตกต่างกัน จากนั้นแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้แก่สมาชิก

3.2 พิชิตเป้าหมาย (Achieving Task) เป็นขั้นที่นักเรียนกลุ่มย่อยปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย ใช้กระบวนการความร่วมมือปฏิบัติงานให้สำเร็จ ภายในเวลาที่กำหนด

4. ขั้นวินิจฉัยผลงาน (Approval) ให้นักเรียนแต่ละทีมนำเสนอวิธีการที่ใช้ในการปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ ร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ ดังนี้

4.1 นำเสนอผลงาน (Presentation) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาของทีมตลอดจนนำเสนอข้อค้นพบที่น่าสนใจ

4.2 ประเมินการเรียนรู้ (Evaluation) นักเรียนแต่ละทีมร่วมกันประเมินผลการทำภารกิจการเรียนรู้

4.3 อภิปรายสู่ข้อสรุป (Discussion) นักเรียนร่วมกันอภิปราย และตัดสินวิธีการแก้ปัญหาภารกิจการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

5. ขั้นวิจารณ์ สะท้อนผล (Assertion) ให้นักเรียนทบทวนผลจากการเรียนรู้ การปฏิบัติภารกิจและสรุปการเรียนรู้ ดังนี้

5.1 สรุปภารกิจ (Reviewing Achievement) เป็นขั้นสรุปความรู้ และสะท้อนผลจากการทำภารกิจของนักเรียน ว่ามีการปฏิบัติที่ดีอย่างไร หรือปัญหาอุปสรรคที่พบจะแก้ไขได้อย่างไร

5.2 ประเมินประสิทธิผล (Assessing Overall Practice) เป็นขั้นประเมินผลการเรียนรู้ โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การรายงานผลการเรียนรู้ และการจัดอันดับทีม

วริศรา ดีนาน และวิเชียร ธำรงโสตถิสกุล (2567) ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นในการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย ต้องการที่จะเรียนรู้ โดยเริ่มจากครูผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ภาพรวมของเนื้อหา เป้าหมาย ภารกิจ เงื่อนไขการผ่านภารกิจ การได้รับคะแนนสะสม การสูญเสียพลังชีวิต (HP) และการเลื่อนลำดับขั้นของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาบทเรียน

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติภารกิจ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากขั้นการเรียนรู้มาใช้ในการปฏิบัติภารกิจ

ขั้นที่ 4 การประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้รับมาแก้ปัญหาประเมินความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน ผ่านการเล่นเกมตอบคำถามในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 5 การให้รางวัล เป็นขั้นที่ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เป็นบริบทในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะต่าง ๆ ของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ วริศรา ดีนาน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักศึกษาศึกษาบทเรียน ขั้นที่ 3 การปฏิบัติภารกิจ ขั้นที่ 4 การประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้รับมาแก้ปัญหาประเมินความเข้าใจบทเรียนของนักเรียนผ่านการเล่นเกม

ตอบคำถามในรูปแบบต่าง ๆ และขั้นที่ 5 การให้รางวัล เป็นขั้นที่ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม

2.2.7 กิจกรรมเกมมิฟิเคชันที่ใช้ในการเรียนการสอน

กิจกรรมเกมมิฟิเคชันที่ใช้ในการเรียนการสอนเป็นการนำองค์ประกอบของเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจของนักเรียนโดยออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วม ซึ่งช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วม การเรียนรู้อย่างสนุกสนาน ซึ่งได้มีผู้การกล่าวถึงกิจกรรมเกมมิฟิเคชันที่ใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

Brand, Brooker and Versvik (2013) ได้สร้างเกม Kahoot! เป็นแพลตฟอร์มเกมตอบคำถามแบบสด (real-time) ผู้สอนเปิดคำถามบนหน้าจอใหญ่ แล้วนักเรียนตอบคำถามบนอุปกรณ์ของตนเอง เช่น มือถือหรือแท็บเล็ต ใช้การนับถอยหลังสำหรับแต่ละคำถาม ทำให้เกิดการแข่งขันทั้งเรื่องความถูกต้องและความเร็ว คะแนนจะคำนวณตามความเร็วและความถูกต้อง พร้อมมีตารางอันดับแบบทันที ทำให้เกมมีลักษณะเหมือนรายการเกมโชว์ มีรูปแบบกิจกรรมใน Kahoot! ดังนี้

1. Quiz (แบบทดสอบปรนัย) เป็นรูปแบบที่ใช้มากที่สุด นักเรียนตอบคำถามแบบเลือกตอบ (หลายตัวเลือก) แข่งขันกันแบบเรียลไทม์ คะแนนคิดจากความถูกต้องและความเร็ว เหมาะสำหรับทบทวนบทเรียนและกระตุ้นการแข่งขัน

2. True/False เป็นคำถามแบบถูก-ผิด ใช้เวลาตอบสั้น เข้าใจง่าย เหมาะสำหรับตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้นหรือใช้เป็นคำถามนำเข้าสู่บทเรียน

3. Puzzle นักเรียนต้องเรียงลำดับคำตอบหรือแนวคิดให้ถูกต้อง เช่น ขั้นตอนการทดลอง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเหตุการณ์ตามลำดับ ช่วยพัฒนาการคิดเชิงลำดับและการวิเคราะห์

4. Type Answer นักเรียนพิมพ์คำตอบด้วยตนเอง ไม่ใช่การเลือกคำตอบ เหมาะสำหรับวัดความเข้าใจเชิงลึก เช่น คำศัพท์ สูตร หรือคำตอบสั้น ๆ

5. Poll เป็นการสำรวจความคิดเห็น ไม่มีถูกหรือผิด ใช้เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม หรือสำรวจความคิดและประสบการณ์ของนักเรียนก่อนหรือหลังเรียน

6. Slide (Presentation Mode) ผู้สอนใช้ Kahoot! เป็นสไลด์นำเสนอเนื้อหา แทรกคำถามระหว่างการสอน เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดบทเรียน

7. Team Mode นักเรียนเล่นเป็นกลุ่ม ตอบคำถามร่วมกัน ช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีม การสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

Gupta and Cheenath (2015) ได้สร้างเกม Quizizz โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้แบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามตามจังหวะของตนเอง พร้อมรับผลตอบกลับทันที เป็นแพลตฟอร์มตอบคำถามเช่นเดียวกับ Kahoot! แต่มีความยืดหยุ่นสูงกว่า นักเรียนสามารถตอบ

คำถามได้ตามจังหวะของตัวเอง ไม่ต้องตอบพร้อมกันทุกคน (Self-Paced) ซึ่งเหมาะสำหรับการบ้านหรือทำแบบทดสอบเองในเวลาที่กำหนด ผู้สอนสามารถตั้งให้เล่นแบบสดหรือแบบเป็นงานที่ต้องส่งก่อนถึงเวลาที่กำหนดได้ มีรูปแบบกิจกรรมใน Quizizz ดังนี้

1. Classic Quiz (Live Game) เป็นการเล่นแบบสดในชั้นเรียน นักเรียนเข้าร่วมด้วยรหัสหรือ QR Code และตอบคำถามพร้อมกัน แต่ละคนเห็นคำถามบนอุปกรณ์ของตนเอง คะแนนคิดจากความถูกต้องและความรวดเร็ว พร้อมตารางอันดับแบบเรียลไทม์

2. Homework/Assignment (Self-Paced Game) ผู้สอนมอบหมายแบบทดสอบเป็นการบ้าน นักเรียนสามารถทำได้ตามเวลาของตนเองภายในช่วงเวลาที่กำหนด เหมาะสำหรับการทบทวนบทเรียนและการฝึกฝนด้วยตนเอง

3. Team Mode นักเรียนเล่นเป็นทีม ช่วยกันตอบคำถาม คะแนนรวมของทีมจะถูกนำมาใช้ตัดสินผล ส่งเสริมการทำงานร่วมกันและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

4. Power-ups/Memes Mode ระหว่างเล่น นักเรียนจะได้รับไอเท็มพิเศษ (Power-Ups) เช่น คะแนนพิเศษ ตัวช่วย หรือเอฟเฟกต์พิเศษ พร้อมมีม (Meme) ตลกแสดงผลหลังตอบคำถาม เพิ่มความสนุกและแรงจูงใจในการเรียน

5. Lessons (Interactive Lesson) ผู้สอนสามารถสร้างบทเรียนแบบอินเทอร์แอ็กทีฟ โดยแทรกคำถามระหว่างเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมตลอดการเรียน ไม่ใช่แค่ทำแบบทดสอบตอนท้าย

6. Poll ใช้สำรวจความคิดเห็นของนักเรียน ไม่มีคำตอบถูกผิด เหมาะสำหรับการนำเข้าสู่บทเรียน การสะท้อนความคิด หรือประเมินความเข้าใจเบื้องต้น

Stewart and Stewart (2018). ได้สร้างเกม Blooket เป็นแพลตฟอร์มเกมออนไลน์เพื่อการเรียนรู้ ที่รวมการตอบคำถามกับกลไกเกมสนุก ๆ เช่น การป้องกันหอคอย การแข่ง การสะสมรางวัล ฯลฯ ช่วยให้บทเรียนหรือแบบฝึกหัดดูน่าสนใจมากขึ้นกว่าการทำแบบทดสอบทั่วไปในห้องเรียน โดยนักเรียนสามารถเข้าร่วมเกมโดยใช้รหัสเล่นที่ครูสร้างให้เท่านั้น มีขั้นตอนการเล่นเกม ดังนี้

1. เกม Tower Defense ใช้คะแนนจากการตอบคำถามไปสร้างและอัปเกรดป้อมป้องกันศัตรู ผู้เล่นตอบคำถามเพื่อสะสมเงิน แล้วนำเงินไปสร้างและอัปเกรดป้อมป้องกันศัตรูที่เคลื่อนเข้ามาเป็นระลอก หากศัตรูผ่านแนวป้องกันและถึงฐาน เกมจะสิ้นสุด ผู้เล่นต้องวางแผนเลือกป้อมและจัดการทรัพยากรอย่างเหมาะสม

2. เกม Gold Quest เน้นการสะสมทอง โดยมีเหตุการณ์สุ่มที่เพิ่มความตื่นเต้นในการเล่น ผู้เล่นตอบคำถามเพื่อสะสมทอง โดยในแต่ละครั้งจะมีเหตุการณ์สุ่ม เช่น การขโมยทอง สลับทอง หรือเสียทองทั้งหมด ทำให้ต้องอาศัยทั้งความรู้และการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอน

3. เกม Crypto Hack และ Battle Royale ส่งเสริมการแข่งขันและการทำงานเป็นทีม ผู้เล่นถูกแบ่งออกเป็นทีม ตอบคำถามเพื่อสะสมรหัสคริปโต และนำรหัสไปโจมตีหรือป้องกันทีมอื่น ทีมที่เหลือรอดหรือมีคริปโตมากที่สุดเป็นผู้ชนะ เน้นการทำงานเป็นทีมและกลยุทธ์ร่วมกัน

4. เกม Café และ Factory มุ่งพัฒนาทักษะการบริหารจัดการและการวางแผน ผู้เล่นบริหารร้านอาหารโดยต้องตอบคำถามเพื่อปรุงอาหารให้ลูกค้า หากตอบช้าหรือไม่ทัน ลูกค้าจะไม่พอใจและทำให้แพ้ ผู้เล่นต้องบริหารเวลาและลำดับความสำคัญให้ดี และผู้เล่นตอบคำถามเพื่อสะสมเงิน แล้วนำเงินไปสร้างและอัปเกรดสายการผลิตในโรงงาน ยิ่งบริหารจัดการได้ดี คะแนนรวมจะยิ่งสูง เน้นการวางแผนและการคิดเชิงระบบ

5. เกม Racing และ Fishing Frenzy ช่วยฝึกความรวดเร็วในการคิดและการตัดสินใจตลอดการเล่น นักเรียนจะได้ฝึกการคิด วิเคราะห์ และประยุกต์ใช้ความรู้ ผู้เล่นตอบคำถามเพื่อรับเบ็ดตกปลา จากนั้นนำเบ็ดไปตกปลาเพื่อรับคะแนน ปลาแต่ละชนิดมีคะแนนแตกต่างกัน และมีไอเท็มพิเศษช่วยเพิ่มโอกาสในการได้คะแนนสูง

จากการศึกษากิจกรรมเกมมิฟิเคชันที่ใช้ในการเรียนการสอนดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกเกม Blooket ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มเกมออนไลน์เพื่อการเรียนรู้การตอบคำถามเข้ากับกลไกเกมที่หลากหลาย เช่น Tower Defense, Gold Quest, Crypto Hack, Café และ Racing ที่ช่วยเพิ่มความสนุก ความท้าทาย และการมีส่วนร่วมของนักเรียนมากกว่าการทำแบบทดสอบทั่วไป ซึ่งเกมแต่ละรูปแบบส่งเสริมทักษะที่แตกต่างกัน เช่น การคิดวิเคราะห์ การวางแผน การตัดสินใจ และการทำงานเป็นทีม เมื่อเปรียบเทียบกับแพลตฟอร์มอื่น เช่น Kahoot! และ Quizizz ซึ่งเน้นการแข่งขันด้านความเร็วหรือการเรียนรู้แบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางแล้ว Blooket มีความโดดเด่นด้านความหลากหลายของรูปแบบเกมและการประยุกต์ใช้กลยุทธ์ในการเล่น

2.2.6 ประโยชน์ของเกมมิฟิเคชัน

เกมมิฟิเคชันได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในการนำมาประยุกต์ใช้ในบริบททางการศึกษา เนื่องจากสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างหลากหลาย นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของเกมมิฟิเคชันไว้ ดังนี้

จุฑามาศ มีสุข (2558) ได้สรุปประโยชน์ของเกมมิฟิเคชันไว้ว่า แนวคิดดังกล่าวช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะด้านการคิดแก้ปัญหาและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียน ส่งเสริมการพัฒนาและปรับปรุงพฤติกรรมที่เหมาะสมของนักเรียน รวมถึงช่วยพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้และการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม

สุคนธา ทองรักษ์ (2558) ได้กล่าวว่า การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ ส่งผลให้

นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความเข้าใจ จดจำเนื้อหาได้ดี และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

Streckm (2013) กล่าวถึงประโยชน์ของเกมิฟิเคชันไว้ ดังนี้

1. ส่งเสริมการเรียนรู้
2. สร้างแรงจูงใจ
3. ปรับปรุงความสัมพันธ์ของบุคคลในองค์กร
4. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร
5. ส่งเสริมความซื่อสัตย์

Deese (2014) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ว่า สามารถช่วยพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนให้เกิดการวิเคราะห์และไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนภายในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันยังเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น โดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ หรือรูปแบบการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องและเหมาะสมกับศักยภาพของแต่ละบุคคล

จากการศึกษาประโยชน์ของเกมิฟิเคชันดังกล่าวสรุปได้ว่า เกมมิฟิเคชันมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อย่างหลากหลายและครอบคลุมในหลายมิติ ทั้งด้านการส่งเสริมกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นแรงจูงใจ พัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ และเสริมสร้างทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งยังเอื้อต่อการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น ส่งเสริมทัศนคติเชิงบวกต่อความผิดพลาด และสามารถบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้รูปแบบสมัยใหม่ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งประโยชน์เหล่านี้ล้วนสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีเหตุผลและน่าเชื่อถือ นักวิชาการหลายท่านจึงได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในมุมมองที่สอดคล้องกัน ดังนี้

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการสร้างแนวคิดเบื้องต้นสำหรับการเริ่มต้นศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ โดยเป็นกระบวนการคิดที่มุ่ง

ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏให้เห็นกับประเด็นที่มนุษย์ต้องการทำความเข้าใจ ทั้งยังเป็นการสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่จากความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยอาศัยเหตุผลและความเชื่อมโยงของความรู้เป็นพื้นฐาน

อารยา ปาละโชติ (2551) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้กรอบแนวคิดแบบสมมติฐาน-นิรนัย ซึ่งนักเรียนต้องสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการสนับสนุนผลลัพธ์ เพื่อนำไปสู่การสรุปผลอย่างมีเหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ระบุว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในบริบทของประเทศไทยมีความเชื่อมโยงกับการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมุ่งพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการทำความเข้าใจและประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การเสริมสร้างทักษะในการตั้งคำถามและการแสวงหาคำตอบอย่างเป็นระบบช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะในบริบทของความท้าทายร่วมสมัย เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปัญหาสิ่งแวดล้อม

Lawson (2009) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดของนักเรียนที่มุ่งเชื่อมโยงข้อสรุปเข้ากับหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยอาศัยองค์ความรู้เดิม แนวคิด หลักการ หรือทฤษฎีที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานในการตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นจึงดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การรวบรวมข้อมูล และการประเมินหรือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผลอย่างมีเหตุผล การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้จากทั้งการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยตรง และการนำความรู้เดิมมาประกอบการตีความข้อมูลเพื่อสร้างและทดสอบสมมติฐาน โดยรูปแบบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Adductive Reasoning) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน-นิรนัย (Hypothetical-Deductive Reasoning)

Bao and Cai (2009) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพในโลกยุคปัจจุบัน โดยมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสามารถทางพุทธิปัญญาและทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการใช้เหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนา

ได้ผ่านการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง และสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่บริบทอื่น ๆ ได้ นอกจากนี้ การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังอาจส่งผลเชิงบวกในระยะยาวต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอีกด้วย

Fanetti (2012) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิดที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและการทำความเข้าใจสถานการณ์หรือบริบททางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การอธิบายความจริงที่ได้มาจากการทดลอง หรือสืบค้นจนพบหลักฐานที่สนับสนุนข้อความจริงนั้น โดยจะต้องมีการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 องค์ประกอบคือ ข้อสรุป หลักฐาน และการอ้างเหตุผล

2.3.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ถือเป็นทักษะสำคัญที่มีบทบาทต่อการเรียนรู้และการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุมีผล นักวิชาการหลายท่านจึงได้อธิบายถึงความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ลัดดา ภู่เกียรติ (2565) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกลไกหลักในการสร้างองค์ความรู้และการดำเนินงานวิจัย โดยอาศัยกระบวนการที่เป็นระบบ ได้แก่ การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การพิสูจน์ด้วยการทดลอง และการสรุปผลอย่างมีเหตุผล กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้น แต่ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ซึ่งถือเป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

พงษ์ศักดิ์ แปงใจ (2566) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีบทบาทในการขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้และการวิจัย เนื่องจากเป็นกระบวนการทางปัญญาที่อาศัยหลักเหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์รอบตัวอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวิเคราะห์ข้อมูล การตั้งสมมติฐาน ไปจนถึงการสรุปผลอย่างมีหลักการ นอกจากนี้ ทักษะดังกล่าวยังเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ จึงควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในทุกระดับการศึกษา

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2566) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกลไกสำคัญในการยกระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยผู้ที่มีทักษะนี้จะสามารถจัดการและประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่การสังเกตไปจนถึงการสรุปผลบนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ ทั้งยังช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต

สุวัฒก์ นิยมค้า (2566) อธิบายว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการศึกษาและการทำวิจัย โดยมุ่งเน้นการคิดอย่างเป็นระบบและการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์มาสนับสนุนข้อสรุปอย่างชัดเจน ทักษะนี้ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างนวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น การพัฒนานักเรียนให้มีทักษะดังกล่าวจึงเป็นภารกิจสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน

จากการศึกษาความสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีความสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการคิดที่ใช้หลักการและเหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งสมมติฐาน และสรุปผลการศึกษาได้อย่างเป็นระบบ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยี ซึ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาประเทศในยุคปัจจุบัน นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 การส่งเสริมทักษะนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นในทุกระดับการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีนักวิชาการได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ดังนี้

กิรติ บุญเจือ (2550) ได้จัดจำแนกการให้เหตุผลเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) คือ เป็นการอ้างเหตุผลอย่างเป็นระบบโดยอาศัยโครงสร้างทางตรรกวิทยาที่ประกอบด้วยข้อความ 3 ประโยค ซึ่งไม่สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนได้ เนื่องจากกระบวนการให้เหตุผลหนึ่งครั้ง ต้องอาศัยการตัดสินใจล่วงหน้า 2 ครั้ง โดยการตัดสิน ทั้งสองมีแนวคิดร่วมกันบางส่วน ส่งผลให้เกิดหน่วยความคิดทั้งหมด 3 หน่วย เมื่อมีการตัดสินครั้งสุดท้าย จะเป็นการนำแนวคิดที่มีอยู่เดิมมาสรุปผลโดยไม่เกิดแนวคิดใหม่เพิ่มเติม ข้อความสองประโยคแรกซึ่งเป็นพื้นฐานของการตัดสิน เรียกว่า ประโยคอ้าง (Premises) ส่วนข้อความสุดท้ายที่ได้จากการสรุปผลเรียกว่า ประโยคสรุป (Conclusion) การให้เหตุผลลักษณะนี้จึงเป็นการสรุปผลที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของข้อมูลหรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่อาศัยประสบการณ์หรือการสังเกตจากกรณีเฉพาะหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การตั้งข้อสรุปในลักษณะทั่วไป ซึ่งข้อสรุปดังกล่าวยังไม่สามารถยืนยันความถูกต้องได้อย่างแน่นอน ตัวอย่างเช่น จากการพบเห็นต้นมะพร้าวจำนวนมากที่ไม่มีการแตกกิ่งก้าน จึงสรุปเป็นข้อทั่วไปว่าต้นมะพร้าวทุกต้นไม่มีการแตกกิ่ง การให้เหตุผลในลักษณะนี้จึงเป็นการคาดคะเนบนพื้นฐานของประสบการณ์ที่ผ่านมา และมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้ หากพบกรณีที่แตกต่างออกไป

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์ (2553) แบ่งการให้เหตุที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่ข้อสรุปถูกกำหนดให้อยู่ภายใต้ขอบเขตของข้ออ้างหรือเงื่อนไขที่ตั้งไว้ล่วงหน้า กล่าวคือ หากข้ออ้างเป็นจริง ข้อสรุปที่ได้ย่อมเป็นจริงตามไปด้วยอย่างแน่นอน ตัวอย่างเช่น เมื่อกำหนดเงื่อนไขว่าในวันที่มีฝนตกไม่จำเป็นต้องรดน้ำต้นไม้ ดังนั้น หากวันใดเกิดฝนตก ก็สามารถสรุปได้อย่างมั่นใจว่าไม่ต้องรดน้ำต้นไม้ การให้เหตุผลลักษณะนี้จึงเป็นการลงข้อสรุปที่มีความแน่นอนและน่าเชื่อถือสูง

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ข้อสรุปมีลักษณะเกินขอบเขตของข้ออ้างที่มีอยู่ โดยอาศัยประสบการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ มาใช้ในการคาดคะเนผลลัพธ์ในอนาคต อย่างไรก็ตาม ข้อสรุปที่ได้อาจไม่เกิดขึ้นจริงเสมอไป เช่น จากประสบการณ์ที่พบว่าเมื่อฝนตก น้ำในคลองมักจะล้นตลิ่ง จึงสรุปว่าหากวันนี้ฝนตก น้ำในคลองจะล้นตลิ่งอย่างแน่นอน ทั้งที่ในความเป็นจริงอาจมีปัจจัยอื่นทำให้ผลลัพธ์แตกต่างไปได้ การให้เหตุผลแบบอุปนัยจึงเป็นการสรุปที่มีความเป็นไปได้ แต่ไม่สามารถยืนยันได้อย่างสมบูรณ์

Overholser (1993) กล่าวถึง ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ว่าคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดที่ใช้ในการสร้างข้อสรุปหรือหลักการทั่วไปจากการวิเคราะห์และตีความข้อมูลหลักฐานที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เฉพาะหลายครั้ง การให้เหตุผลเชิงอุปนัยดังกล่าวสามารถจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ (Enumerative Generalizations) เป็นความสามารถของนักเรียนในการตรวจพบรูปแบบหรือแนวโน้มที่ปรากฏอยู่ในข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงการจัดหมวดหมู่ แยกแยะข้อมูล และนำข้อมูลหลักฐานเหล่านั้นมาสังเคราะห์เพื่อลงข้อสรุปที่มีความสอดคล้องและสมเหตุสมผล

2. การอุปมาอุปไมย (Analogical Comparisons) เป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ประสบการณ์หรือความรู้เดิมมาเปรียบเทียบกับสถานการณ์หรือแนวคิดใหม่ เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจเรื่องราวหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคย โดยอาศัยการถ่ายโอนความหมายหรือโครงสร้างของความรู้จากบริบทเดิมไปสู่บริบทใหม่กเรียนสามารถเรียนรู้หรือเข้าใจเรื่องใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่พบโดยอาศัยการเทียบเคียงหรือถ่ายโอนประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับแนวคิดในเรื่องใหม่ได้

3. การให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน (Eliminative Causal Reasoning) เป็นความสามารถในการพิจารณาหาสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนจะทำการควบคุมหรือขจัดปัจจัยแทรกซ้อนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อระบุสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงและสอดคล้องกับข้อมูลหลักฐานมากที่สุด

Lawson (2009) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction or Adductive Reasoning) เป็นกระบวนการสร้างสมมติฐานเบื้องต้นจากการสังเกตปรากฏการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์และการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของนักเรียน สมมติฐานที่ได้จะเป็นคำอธิบายชั่วคราวซึ่งเกิดขึ้นอย่างเป็นธรรมชาติ และสามารถนำไปพัฒนาเป็นองค์ความรู้ที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นผ่านการตรวจสอบต่อไป

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Reduction or Reductive Reasoning) เป็นกระบวนการนำสมมติฐานที่ตั้งไว้ไปทดสอบความถูกต้องของข้อกล่าวอ้าง โดยสมมติฐานจะทำหน้าที่เป็นการคาดคะเนเงื่อนไขของปรากฏการณ์ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สามารถตรวจสอบได้ กระบวนการนี้จึงเป็นการประเมินความเหมาะสมและความน่าเชื่อถือของคำอธิบายที่เป็นไปได้หลายทางเลือก

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการใช้หลักการ หรือกฎเกณฑ์ที่มีอยู่แล้วมาสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือ โดยอาศัยการพยากรณ์ผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต หากสมมติฐานนั้นถูกต้อง ผลที่ได้จากการทดสอบจะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งช่วยยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐานได้อย่างเป็นระบบ

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่ผสมผสานการตั้งสมมติฐานและการใช้เหตุผลเชิงนิรนัยเข้าด้วยกัน โดยเริ่มจากการตั้งสมมติฐาน จากนั้นจึงคาดการณ์ผลลัพธ์และตรวจสอบด้วยการทดลองหรือการเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อนำไปสู่การสรุปผลอย่างมีเหตุผลและเป็นไปตามหลักวิทยาศาสตร์

Hausman, et al. (2010) แบ่งการให้เหตุที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่อาศัยข้ออ้างหรือสมมติฐานซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นจริงมาเป็นฐานในการพิจารณาข้อสรุป กล่าวคือ หากข้ออ้างทั้งหมดเป็นจริง ข้อสรุปที่ได้จะต้องเป็นจริงตามไปด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การให้เหตุผลลักษณะนี้จึงเป็นการลงข้อสรุปที่มีความแน่นอนภายใต้เงื่อนไขของข้ออ้างที่กำหนดไว้

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลที่ข้ออ้างแต่ละประการอาจเป็นจริงทั้งหมด แต่ข้ออ้างเหล่านั้นสนับสนุนข้อสรุปได้เพียงบางส่วน ส่งผลให้ข้อสรุปที่ได้มีลักษณะเป็นความน่าจะเป็น กล่าวคือ เมื่อข้ออ้างเป็นจริง ข้อสรุปจึงมีโอกาสเป็นจริงในระดับสูง แต่ไม่สามารถยืนยันได้อย่างแน่นอน

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การลงข้อสรุปว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกับแนวคิด ทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ และ 2) การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การสร้างข้อสรุปของหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3.4 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

นักวิชาการได้มีการอธิบายองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้หลักฐาน การตีความข้อมูล และการสร้างข้อสรุปอย่างมีเหตุผล ดังนี้

จีระวรรณ เกษสิงห์ (2562) ได้อธิบายองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยว่าเป็นกระบวนการคิดที่อาศัยข้อมูลหรือประสบการณ์เฉพาะเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดทั่วไป โดยสามารถจำแนกองค์ประกอบสำคัญออกเป็น 3 ประการ ดังนี้

1. การสรุปความทั่วไปจากการค้นหารูปแบบ (Enumerative Generalization) เป็นความสามารถของบุคคลในการสังเกตและระบุรูปแบบที่ปรากฏในข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมถึงการจำแนกแยกแยะข้อมูล และนำไปสู่การสรุปผลที่มีความสอดคล้องกับหลักฐานที่ปรากฏ

2. การอุปมาอุปมัย (Analogical Comparison) เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์หรือแนวคิดใหม่ โดยอาศัยการเปรียบเทียบหรือถ่ายโอนประสบการณ์และความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการอธิบายหรือเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างมีเหตุผล

3. การให้เหตุผลโดยการกำจัดปัจจัยแทรกซ้อน (Eliminative Causal Reasoning) เป็นความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้หลายประการและดำเนินการลดหรือควบคุมปัจจัยแทรกซ้อน เพื่อชี้ให้เห็นถึงสาเหตุที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดของปัญหาที่เกิดขึ้น

Lawson (2005) กล่าวถึง องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความน่าเชื่อถือว่าประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การสร้างสมมติฐานที่เป็นไปได้ (Probabilistic Thinking) เป็นความสามารถของนักเรียนในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา รวมทั้งการพยากรณ์หรือคาดคะเนผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากสมมติฐานที่กำหนดไว้ บนพื้นฐานของเหตุผลและความเป็นไปได้

2. การระบุและควบคุมตัวแปร (Control of Variables) เป็นความสามารถในการกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้อย่างถูกต้อง เพื่อออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบและทดสอบสมมติฐาน

3. การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานหรือการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Thinking) เป็นความสามารถในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงปริมาณ โดยเชื่อมโยงข้อสรุป

เข้ากับหลักฐานและเหตุผลอย่างมีตรรกะ แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความสัมพันธ์เชิงปริมาณของตัวแปรต่าง ๆ

4. การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlational Thinking) เป็นความสามารถในการอธิบายและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไป โดยอาศัยข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ เพื่อทำความเข้าใจรูปแบบและแนวโน้มของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ข้อมูลหรือหลักฐานจากกรณีเฉพาะหลายกรณีมาวิเคราะห์ ตีความ และสรุปเป็นแนวคิดหรือข้อสรุปทั่วไป อันเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Lawson (2009) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลแบบการให้เหตุผลแบบอุปนัย สรุปว่า เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยเพิ่มความมั่นใจในข้อสรุปใดข้อสรุปหนึ่งด้วยการเพิ่มส่วนที่สนับสนุนหรือส่วนที่ขัดแย้งจากข้อมูลประมวลสรุปมาข้างต้น การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัยเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการให้เหตุผลที่พบได้อยู่บ่อยครั้งในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลแบบอุปนัยยังสอดคล้องกับแนวทางที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในระดับนานาชาติ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย ประกอบด้วยลำดับขั้นที่สำคัญ 3 ด้านคือ

1. การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือ สามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลรองรับ หรือระบุข้อมูลที่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป

2. การสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูลได้ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้น ว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่กล่าวคือ สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานที่พบมาใช้ในการประกอบเพื่อสร้างข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้เลือกมา

3. การคาดคะเนหรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยาน หรือข้อสรุปที่สอดคล้องกับข้อมูลดังกล่าวได้ กล่าวคือ สามารถใช้ข้อสรุปที่ได้จากข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยานมาคาดคะเนหรือพยากรณ์แนวโน้มของเหตุการณ์ที่เกิดจากข้อสรุปข้อมูลหรือหลักฐานได้

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ กล่าวคือ สามารถระบุ ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้ จากการค้นคว้า 2) ด้านการคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน ประจักษ์พยาน และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป ที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยานข้อมูล ได้หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่

2.3.5 แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือกลุ่มที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เฉพาะและกลุ่มที่ใช้เทคนิคการสอนเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

สันติชัย อนุวรชัย (2553) กล่าวถึง เทคนิคการโต้แย้งว่า การโต้แย้ง คือ การสร้างข้อกล่าวอ้างเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านการสร้างองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับร่วมกัน โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักการหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ทดลอง ร่วมกับการให้เหตุผล เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานเข้าด้วยกัน โดยความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและทักษะการมีส่วนร่วมในการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ คือ 1) บุคคลต้องใช้ความรู้หรือโครงสร้างมโนทัศน์ ได้แก่ ทฤษฎีกฎการรวม มโนทัศน์ (Conceptual Structure) เข้าด้วยกัน และใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Process) มาให้เหตุผลเกี่ยวกับประเด็นปัญหาต่าง ๆ 2) บุคคลต้องรู้และใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีธรรมชาติและการสร้างองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินข้อกล่าวอ้างเบื้องต้น และ 3) บุคคลต้องมีส่วนร่วมในการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางสังคมในรูปแบบการสื่อสาร การอธิบายการโต้แย้ง และการอภิปรายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับเทคนิคการโต้แย้ง จึงมีความสำคัญในการนำนักเรียนไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการทั้งด้านความรู้ ด้านคุณลักษณะ และด้านทักษะกระบวนการรวมไปถึงการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning, PBL) ว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงควบคู่กับสาระการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา กระบวนการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้สอนมีบทบาทในการฝึกให้นักเรียนเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจ การใช้เหตุผล และการตัดสินใจ ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้อย่างสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้

Good (1973) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นรูปแบบการสอนที่มุ่งเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริงและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถวางแผน กำหนดแนวทาง และเลือกวิธีการค้นหาความรู้ผ่านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งส่งเสริมให้

นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ทั้งนี้แนวคิดดังกล่าวได้รับการสนับสนุนจากงานวิจัยของ Mulyani, Susilowati and Anam (2017) ซึ่งได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นถึงร้อยละ 69.77 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างชัดเจน

Sampson, et al. (2011) กล่าวว่า การโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Argumentation) มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทั้งสองแนวคิดมุ่งเน้นกระบวนการยืนยันหรือโต้แย้งข้อกล่าวอ้างโดยอาศัยเหตุผลและหลักฐานเชิงประจักษ์ จากการศึกษางานของนักการศึกษาหลายท่าน พบว่ามีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายซึ่งสามารถส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ แม้รูปแบบการสอนจะมีความแตกต่างกันในรายละเอียด แต่มีลักษณะร่วมกันในกระบวนการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ มุ่งให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาสร้างหลักฐานเชิงประจักษ์สำหรับการอธิบายและการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผลนอกจากนี้ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวยังให้ความสำคัญกับการสื่อสารข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการใช้ข้อมูลและเหตุผลในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ผลที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างสมเหตุสมผล โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะผสานการโต้แย้ง (Argument Driven Inquiry, ADI) ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบและครบถ้วน

Vaughan (2013) การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ผ่านการแปลความหมายจากการสังเกตและข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานได้อย่างสมเหตุสมผล จากนั้นนำข้อมูลและหลักฐานที่ได้มาใช้ในการสร้างคำอธิบายและสรุปผลจากสถานการณ์ที่ศึกษา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทั้งนี้ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสังเกตปัญหา 2) การตั้งคำถามเชิงสาเหตุ 3) การตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย 4) การพยากรณ์ 5) การรวบรวมหลักฐาน 6) การลงข้อสรุป และ 7) การนำเสนอ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบและขั้นตอนของการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นมีจุดเด่นในการฝึกให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูล หลักฐาน และเหตุผลอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญคือการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย ถกเถียงกันถึงประเด็นในชั้นเรียนร่วมกับกระบวนศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาตรวจสอบข้อสรุป เพื่อใช้ข้อมูลหรือหลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปนั้นอีกครั้ง ผสานกับเทคนิคการโต้แย้งที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกประเมินค่าความน่าเชื่อถือและน้ำหนักของข้อมูล ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

2.3.6 แนวทางการวัดและประเมินของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักศึกษาได้ให้แนวทางในการวัดและประเมินไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหา โดยคำถามที่ใช้ในการทดสอบมีการกำหนดรูปแบบตามกรอบของ TIMSS ซึ่งโครงการ TIMSS มีแนวทางการวัดและประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล โดยใช้ข้อสอบ 2 ประเภท คือ

1. ข้อสอบประเภทข้อเขียน ที่ให้การอธิบายเป็นคำถามที่เน้นสถานการณ์ที่ประกอบด้วยชุดคำถามให้เขียนตอบอธิบาย

2. ข้อสอบประเภทปรนัย ที่มีตัวเลือกถูกผิด เป็นข้อคำถามที่มีสถานการณ์ในรูปแบบสถานการณ์แบบจินตนาการ ตาราง หรือกราฟ โดยเลือกใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ทศพล สุวรรณพุฒ และธิติยา บงกชเพชร (2562) ได้สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลเชิงอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยแต่ละ ประเภทประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 2 ข้อ แบบวัดในแต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นข้อคำถามแบบเลือกตอบ และส่วนที่สองเป็นข้อคำถามแบบเขียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบจากส่วนแรก แบบวัดดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอเป็นบริบทของข้อคำถาม พร้อมทั้งมีภาพประกอบเพื่อช่วยเสริมความเข้าใจในสถานการณ์ ข้อคำถามแต่ละข้อได้รับการออกแบบให้ส่งเสริมการแสดงออกของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันตามประเภทของการให้เหตุผล และมีการเว้นพื้นที่สำหรับให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการตอบอย่างเป็นระบบ

ไอย์ลดา สมภาร, เมษยะมาศ คงเสมา และจีระวรรณ เกษสิงห์ (2565) ได้พัฒนาและศึกษาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิดที่อิงจากสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 7 ข้อ โดยแบบวัดดังกล่าวครอบคลุมองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 9 องค์ประกอบ ผู้วิจัยได้อาศัยแนวคิดและโครงสร้างคำถาม

จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2000) เป็นพื้นฐานในการออกแบบข้อคำถาม เพื่อให้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงกระบวนการคิดและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน

จูนจุฬา ทิพย์พิมานพร และกัญญารัตน์ โคจร (2565) ได้พัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในรูปแบบข้อคำถามเขียนตอบ โดยแบ่งแบบวัดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นการตอบคำถามจากสถานการณ์ปัญหาแบบสั้น และส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ แบบวัดดังกล่าวประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 6 ข้อ จากทั้งหมด 12 ข้อ เมื่อนำแบบวัดไปประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2) การคาดคะเนและการพยากรณ์ผลที่อาจเกิดขึ้น และ 3) การสร้างข้อสรุป โดยใช้กรอบแนวคิดของ Lawson (2009) เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า คะแนนความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในช่วง 4.67–5.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบวัดดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

Lawson (2007) สร้างแบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับการทดสอบสมมติฐาน เช่น การระบุและควบคุมตัวแปร การให้เหตุผลเชิงสหสัมพันธ์ การให้เหตุผลเชิงความน่าจะเป็น การให้เหตุผลเชิงสัดส่วนและการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กัน โดยแบบทดสอบนี้พัฒนาขึ้นจากแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน (The Classroom Test of Scientific Reasoning) ของ Lawson (1978) เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบสองระดับ (Two-tier Multiple-Choice Test) จำนวน 24 ข้อ โดยข้อคำถาม (ข้อที่ 1-22) มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบจับคู่ ซึ่งส่วนแรกจะเป็นคำถามพร้อมตัวเลือกคำตอบ และส่วนที่สองจะเป็นคำถามที่ระบุเหตุผลต่าง ๆ เพื่อใช้ตรวจสอบความสอดคล้องหรือยืนยันคำตอบในส่วนแรก วัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การระบุและควบคุมตัวแปร (The Identification and Control of Variables) 2) การให้เหตุผลเชิงสหสัมพันธ์ (Correlation Reasoning) 3) การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Probabilistic Reasoning) 4) การให้เหตุผลเชิงความน่าจะเป็น (Proportional Reasoning) และ 5) การให้เหตุผลเชิงสัมพันธ์ (Combinatorial Reasoning)

Yanto, et al. (2019) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้องค์ประกอบสำคัญของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ 1) การวิเคราะห์ 2) การประเมินค่า และ 3) ความคิดสร้างสรรค์ และสร้างแบบสอบทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเภทอัตนัยจำนวน 13 ข้อ เกณฑ์การให้คะแนน เป็น 3 ระดับ คือ 0, 1 และ 2 นักเรียนจะได้คะแนนในระดับใด ให้พิจารณาจากคำอธิบายต่อไปนี้ 2 คะแนน คือ คำตอบสมบูรณ์และถูกต้องด้วยความชัดเจนของการโต้แย้ง 1 คะแนน คือ คำตอบสมบูรณ์เพียงบางส่วน และมีความ

เกี่ยวข้องน้อยกว่า 0 คะแนน คือ คำตอบไม่ได้กล่าวถึงอย่างสมบูรณ์และเป็นจริงด้วยความชัดเจนของการ โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์

Osterhaus, Lin and Koerber (2023) ได้ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อคำถามแบบปิดจำนวน 10 ข้อ ซึ่งพัฒนามาจากแบบวัด Science-K (Kindergarten) Inventory ฉบับย่อ หรือ SC-SKI ฉบับภาษาจีน (Koerber and Osterhaus, 2019) ข้อคำถามดังกล่าวได้รับการคัดเลือกจากงานวิจัยเชิงทดลองที่ดำเนินการในประเทศเยอรมนี (Koerber and Osterhaus, 2019; 2021) และนำมาปรับใช้กับบริบททางภาษาโดยการแปลเป็นภาษาจีนกลาง ทั้งนี้กระบวนการแปลแบบวัด SC-SKI ได้ดำเนินการโดยนักวิจัยหนึ่งคน และมีการใช้วิธีการแปลย้อนกลับ (Back Translation) เพื่อทดสอบและยืนยันความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหาในการแปล

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาเครื่องมือที่หลากหลาย ทั้งในรูปแบบข้อสอบปรนัย อัตนัย และแบบผสมผสาน ซึ่งล้วนมุ่งเน้นการประเมินทั้งผลลัพธ์ของคำตอบและกระบวนการคิดของนักเรียน นิยมใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อกระตุ้นการแสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้เลือกใช้แนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบลักษณะเป็นข้อสอบประเภทอัตนัย ประกอบด้วยสถานการณ์และมีชุดคำถามจากสถานการณ์นั้น ๆ และให้นักเรียนเขียนตอบและให้นักเรียนเขียนเหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียนร่วมด้วย

2.3.7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยสะท้อนระดับความสามารถของนักเรียนในการคิดอย่างเป็นระบบ การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนและเหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ นักวิชาการได้เสนอแนวทางในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และปิยพัทธ์ เปียกบุตร (2564) วัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และนำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มคำตอบ โดยแต่ละข้อจะแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 หมายถึง คำตอบผิด 1 หมายถึง คำตอบถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วนและ 2 หมายถึง คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ (ยกเว้น ข้อสอบแบบเลือกตอบที่จะมีแค่ 0 กับ 1 เท่านั้น)

ฐิติรัตน์ ดีเสมอ (2566) สร้างแบบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะการตอบ 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยแต่ละข้อจะให้คะแนน 1 คะแนน และแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ โดยแต่ละข้อจะให้คะแนน 4 คะแนน ระดับที่ 2 เป็นแบบทดสอบอัตนัย เน้นการแสดงเหตุผล หรือการอธิบายคำตอบในระดับที่ 1 จำนวน 18 ข้อ โดยแต่ละข้อจะให้คะแนน 2 คะแนน

Lawson (1995) สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Lawson's Test of Scientific Reasoning (LTR)) เพื่อประเมินมิติย่อยของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์มวลและปริมาตร (Conservation of Mass and Volume) 2) การคิดอย่างเป็นสัดส่วน (Proportional Thinking) 3) การติดตามหลักความน่าจะเป็น (Probabilistic Thinking) 4) การคิดเชิงความสัมพันธ์ (Correlational Thinking) 5) การควบคุมตัวแปร (Control of Variables) และ 6) การให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐาน (Hypothetical-deductive Reasoning) ลักษณะเด่นของแบบวัดนี้จะเป็นข้อสอบเลือกตอบแบบ Two-tier หรือข้อสอบเลือกตอบแบบสองทาง ที่ต้องเลือกคำตอบของคำถามในส่วนแรกก่อน และเลือกตัวเลือกที่เป็นเหตุผลของคำตอบในส่วนที่ 2 ต่อกัน จำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ ซึ่งถือเป็นต้นแบบสำคัญในการวัดและประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยอื่น ๆ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR)) แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยในแต่ละข้อคำถามจะมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนที่พิจารณาจากคำตอบ ซึ่งจะได้คะแนนเต็มเมื่อตอบถูกทุกคำตอบ และอาจได้คะแนนบางส่วนหากตอบถูกไม่ครบทั้งหมด ดังนั้นนักเรียนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องพร้อมกับให้คำอธิบายที่สมเหตุสมผล โดยที่คำอธิบายอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากที่นักเรียนระบุ ครูจะพิจารณาจากความสมเหตุสมผลและอาจให้คะแนนความถูกต้องได้บางส่วน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1. ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์อุปนัย (Empirical-Inductive Thinking)

2. ได้คะแนน 6-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแผนเชิงประจักษ์-อุปนัย (Empirical-Inductive Thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (Hypothetical Inductive Level Thinking)

3. ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐานอุปนัย (Hypothetical Inductive Level Thinking)

ต่อมา Lawson (2009) ได้เสนอแนวคิดว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต้องพิจารณาทั้งผลลัพธ์ของคำตอบและกระบวนการคิดที่นักเรียนใช้ในการอธิบายคำตอบนั้น ดังนั้น การให้คะแนนจึงไม่ได้มุ่งเน้นเพียงการตอบถูกหรือผิด แต่เน้นความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายอย่างมีเหตุผล แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กำหนดให้ข้อคำถามแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนการตอบคำถาม (Answer) เป็นการให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยตรง การให้คะแนนในส่วนนี้ใช้เกณฑ์แบบ 2 ระดับ คือ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ครบถ้วน หรือไม่ตอบคำถาม

2. ส่วนการให้เหตุผลประกอบคำตอบ (Reasoning) เป็นการให้นักเรียนอธิบายเหตุผลหลักการ หรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนคำตอบในส่วนที่ 1 การให้คะแนนในส่วนนี้ใช้เกณฑ์แบบ 3 ระดับ ได้แก่ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องชัดเจน และเชื่อมโยงกับคำตอบในส่วนที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนให้เหตุผลถูกต้องเพียงบางส่วน หรืออธิบายได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ ขาดความชัดเจนหรือการเชื่อมโยง และให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนให้เหตุผลไม่ถูกต้อง ไม่สอดคล้องกับคำตอบ หรือไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประเมินทั้งความถูกต้องของคำตอบและการให้เหตุผลประกอบ โดยใช้ข้อคำถามที่แบ่งเป็นส่วนคำตอบและส่วนการอธิบายเหตุผล ครอบคลุมทักษะด้านการคิดเชิงสัดส่วน ความน่าจะเป็น ซึ่งการประเมินช่วยสะท้อนกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้อย่างรอบด้าน ผู้วิจัยเลือกรูปแบบของแบบวัดตามแนวคิดของ Lawson ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนการตอบคำถามเป็นการตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยตรง โดยให้คะแนนแบบ 2 ระดับ คือ ให้ 1 คะแนน เมื่อคำตอบถูกต้อง และให้ 0 คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ และ 2) ส่วนการให้เหตุผลเป็นการอธิบายเหตุผลหรือหลักการที่ใช้สนับสนุนคำตอบ โดยให้คะแนนแบบ 3 ระดับ ได้แก่ 2 คะแนน สำหรับการอธิบายที่ถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์ 1 คะแนน สำหรับการอธิบายที่ถูกต้องบางส่วนแต่ยังไม่สมบูรณ์ และ 0 คะแนน สำหรับการอธิบายที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถให้เหตุผลได้

2.4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นตัวชี้วัดสำคัญที่สะท้อนถึงคุณภาพของการจัดการเรียนรู้และความสำเร็จของนักเรียนภายหลังจากการได้รับการศึกษาในเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ศิวพร ประเสริฐสุข (2550) อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือความรู้ ความสามารถและทักษะที่เกิดขึ้นภายหลังจากนักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งจากการจัดการเรียนรู้ของครูและจาก

การเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งด้านร่างกายและสติปัญญา

กัลยาภรณ์ ศิริวรประสาท (2555) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลลัพธ์ที่สะท้อนถึงความรู้ ทักษะ และความสามารถของนักเรียน ซึ่งเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนและการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชนิดา ยอดสาลี และกาญจนา บุทส่ง (2559) อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสำเร็จที่แสดงออกผ่านการใช้สติปัญญาและสมรรถภาพทางสมอง โดยสามารถประเมินได้จากการแสดงออกในสามด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งวัดด้วยแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2561) อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งครอบคลุมทั้งความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติ โดยไม่จำกัดเฉพาะด้านพุทธิพิสัยเท่านั้น แต่ยังรวมถึงด้านทักษะพิสัยและด้านจิตพิสัย

ทิศนา แขมมณี (2562) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลลัพธ์จากการพัฒนาความรู้และทักษะของนักเรียน ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และสามารถประเมินค่าได้จากแบบทดสอบหรือการสังเกตพฤติกรรมของผู้สอน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2565) อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสะท้อนถึงระดับความสำเร็จของนักเรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และกระบวนการคิดหลังผ่านการจัดการเรียนรู้ โดยแสดงถึงความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และการคิดวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ

Good (1973) อธิบายความหมายของผลสัมฤทธิ์ ว่าเป็นระดับความสำเร็จ ความคล่องแคล่ว และความชำนาญในการใช้ทักษะหรือการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง ระดับความรู้และทักษะที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ซึ่งสามารถประเมินได้จากผลการทดสอบที่จัดทำโดยครูผู้สอนหรือผู้ที่รับผิดชอบด้านการเรียนการสอน

Wehmeier (2000) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นความสำเร็จของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ โดยเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญอย่างน้อยสามด้าน ได้แก่ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามกรอบการประเมินของ PISA มุ่งเน้นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้ไปต่อยอดและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ รวมถึงความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพ ที่นักเรียนได้รับหลังจากการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือความสามารถในด้านต่าง ๆ ทั้งนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการรับรู้เนื้อหาความรู้ในห้องเรียนเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การประยุกต์ใช้ความรู้ และการพัฒนาทักษะจากประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การวัดผลสัมฤทธิ์สามารถประเมินได้จากผลการทดสอบ การสังเกตพฤติกรรม

2.4.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นกระบวนการสำคัญในการประเมินผลลัพธ์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีบทบาทในการตรวจสอบว่านักเรียนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมุ่งเน้นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถของนักเรียน นักวิชาการได้ให้อธิบายไว้ดังนี้

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้เชิงวิชาการ โดยมุ่งเน้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล แบบทดสอบประเภทนี้จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการประเมินผลการจัดการเรียนการสอน เพื่อพิจารณาว่านักเรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้มากน้อยเพียงใด ทั้งยังสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553) อธิบายว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Achievement Test) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ภายในสถานศึกษา โดยมุ่งวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนจากเนื้อหาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้แบบทดสอบดังกล่าวส่วนใหญ่มุ่งเน้นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน

จันทิมา เมยประโคน (2561) ได้แบ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์และลักษณะวิชาที่สอน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าว ในรูปของการกระทำจริงให้ออกมาเป็นผลงาน โดยการวัดจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน พฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

2.1 ด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวกับกระบวนการทางด้านสติปัญญาและสมองประกอบด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

2.2 ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และพัฒนาการด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง และเจตคติต่าง ๆ ของนักเรียน

2.3 ด้านการปฏิบัติการ (Psycho-motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและการดำเนินการ

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2562) อธิบายว่า การวัดผล (Measurement) คือ การกำหนดตัวเลขให้กับวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ หรืออาจใช้เครื่องมือไปวัดเพื่อให้ได้ตัวเลขแทนคุณลักษณะต่าง ๆ การวัดผลแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. วัดทางตรง วัดคุณลักษณะที่ต้องการโดยตรง เช่น ส่วนสูง น้ำหนัก ฯลฯ มาตราวัดจะอยู่ในระดับ Ratio Scale

2. วัดทางอ้อม วัดคุณลักษณะที่ต้องการโดยตรงไม่ได้ ต้องวัดโดยผ่านกระบวนการทางสมอง เช่น วัดความรู้ วัดเจตคติ วัดบุคลิกภาพ ฯลฯ มาตราวัดจะอยู่ในระดับ Interval Scale การวัดทางอ้อม แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ

2.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) เช่น วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวัดเชาวน์ปัญญา วัดความถนัดทางการเรียน วัดความคิดสร้างสรรค์

2.2 ด้านความรู้สึก (Affective Domain) เช่น วัดความสนใจ วัดเจตคติวัดบุคลิกภาพ วัดความวิตกกังวล วัดจริยธรรม

2.3 ด้านทักษะกลไก (Psychomotor Domain) เช่น การเคลื่อนไหว การใช้เครื่องมือ หรือการทำงานที่ต้องอาศัยความชำนาญ ซึ่งต้องอาศัยการฝึกฝนจนเกิดความคล่องแคล่ว

Bloom (1976) กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณสิ่งนั้นจะสามารถวัดผลได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก็อยู่ภายใต้แนวคิดนี้ ซึ่งผลการวัดจะเป็นประโยชน์ในการทราบจากการประเมินด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียนแนวความคิดของ Bloom มี 6 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้-ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง รวมถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงตามหลักทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

ด้านที่ 2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจบใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนไปหรือเป็นการสรุปของเนื้อหา และการย่อความ

ด้านที่ 3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ต่างจากบทเรียน รวมถึงความสามารถในการเอากฎมโนทัศน์ หลักสำคัญ และวิธีการมาใช้ในการเรียนรู้

ด้านที่ 4 การวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะเนื้อหาเป็นองค์ประกอบย่อย สามารถมองเห็นภาพและสร้างความเข้าใจในการเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบนั้น ๆ

ด้านที่ 5 การสังเคราะห์ หมายถึง การนำองค์ประกอบย่อย มาประยุกต์ใช้หรือประกอบเป็น สิ่งใหม่ ในด้านของการวางแผน การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาด้านนี้เป็นการสร้างแนวคิดใหม่หรือแบบแผนใหม่ขึ้นมา ดังนั้นการสังเคราะห์จึงเป็นด้านที่วัดผลสัมฤทธิ์ได้สูงกว่าด้านการวิเคราะห์

ด้านที่ 6 การประเมินค่า หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งนั้น ซึ่งมีแบบแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน โดยเกณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองก็ได้

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้ โดยผลสัมฤทธิ์ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ซึ่งสามารถวัดได้ผ่านกระบวนการคิด 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2.4.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวัดและประเมินระดับความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียนภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ โดยมีบทบาทในการสะท้อนว่านักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2553) กล่าวว่า การแบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่า ผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

พนัส ทองปาน (2558) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นสามารถจำแนกได้หลายประเภท โดยประเภทที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนการสอนมี 6 รูปแบบ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ข้อสอบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective or Essay Test) เป็นข้อสอบที่กำหนดเฉพาะคำถาม และเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนตอบอย่างอิสระ โดยนักเรียนสามารถอธิบาย บรรยาย หรือแสดงความคิดเห็นตามความรู้ ความเข้าใจ และมุมมองของตนเอง

2. ข้อสอบแบบกาถูก-กาผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกเพียงสองทาง ซึ่งเป็นตัวเลือกคงที่และมีความหมายตรงกันข้ามกัน เช่น ถูกกับผิด นักเรียนต้องพิจารณาความถูกต้องของข้อความที่กำหนดให้

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) เป็นข้อสอบที่นำเสนอในรูปของประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยเว้นช่องว่างไว้ให้นักเรียนเติมคำ วลี หรือข้อความที่เหมาะสมลงไปเพื่อให้ข้อความนั้นมีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามความหมาย

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันตรงที่ข้อสอบแบบตอบสั้นจะตั้งคำถามเป็นประโยคสมบูรณ์ และให้นักเรียนเขียนคำตอบสั้น ๆ อย่างกระชับ ได้ใจความครบถ้วน โดยไม่เน้นการเขียนบรรยายยาวเหมือนข้อสอบอัตนัย

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นข้อสอบที่กำหนดคำถามหรือสถานการณ์หนึ่ง ๆ พร้อมตัวเลือกคำตอบหลายตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวหรือมากกว่าหนึ่งข้อ ทั้งนี้นักเรียนต้องพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือเหมาะสมที่สุด ข้อสอบประเภทนี้สามารถใช้วัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการคิดในระดับต่าง ๆ ได้ และนิยมใช้เนื่องจากมีความเที่ยงตรงในการให้คะแนนและสะดวกต่อการตรวจสอบผล

6. ข้อสอบเลือกตอบ (Multiple Choice) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อความหรือรายการสองชุด ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน นักเรียนต้องพิจารณาจับคู่ข้อความจากชุดหนึ่งให้สอดคล้องกับข้อความในอีกชุดหนึ่ง ข้อสอบลักษณะนี้เหมาะสำหรับวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์กับความหมาย แนวคิดกับตัวอย่าง หรือสาเหตุกับผลลัพธ์

Gronlund (1977) อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครู โดยผลการประเมินจากแบบทดสอบดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง พัฒนา และยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน แบบทดสอบที่ใช้มีหลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อสอบอัตนัย ข้อสอบถูก-ผิด ข้อสอบเติมคำ ข้อสอบตอบสั้น ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งแต่ละแบบมีจุดเด่นและเหมาะสมกับการวัดผลในลักษณะต่างกัน แบบทดสอบสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ

แบบอิงเกณฑ์ ซึ่งมุ่งเน้นการวัดผลตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ และแบบอิงกลุ่ม ซึ่งมุ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนกับกลุ่มอื่น เพื่อสะท้อนให้เห็นระดับความสามารถของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบรูปแบบปรนัย เนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่มีความเป็นมาตรฐาน สามารถวัดผลได้ครอบคลุมเนื้อหา ทั้งยังสามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว

2.4.4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการวัดและประเมินผล เนื่องจากแบบทดสอบที่มีคุณภาพจะช่วยให้การวัดผลสะท้อนความรู้ความสามารถ และศักยภาพที่แท้จริงของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง นักวิชาการได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

จิรนันท์ กุญชะโมรินทร์ (2558) มีหลักการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์แล้วใส่เครื่องหมายปรัศนีไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่หรือข้อความไม่ต่อกัน หรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

2. เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนและตรงจุด ไม่คลุมเครือเพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจ ไขว้เขวสามารถมุ่งความคิดในการหาคำตอบไปถูกทิศทาง

3. ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์คำถามแบบเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมทางด้านสมองได้หลาย ๆ ด้าน ไม่ใช่ถามเฉพาะ ความจำหรือความจริงตามตำราแต่ต้องถามให้คิดหรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4. หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธ แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกตินักเรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถาม และตอบคำถามที่ถามกลับหรือปฏิเสธซ้อนผิดมากกว่าถูก

5. ไม่ใช้คำฟุ่มเฟือยควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิด ก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุมและชัดเจนขึ้น

6. เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพันธ์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะในลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน

7. เรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลข นิยมเรียงจากน้อยไปหามากเพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก

8. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียวแต่บางครั้งผู้ออกข้อสอบคาดไม่ถึงว่าจะมีปัญหา หรืออาจจะเกิดจากการแต่งตั้งตัวลวงไม่รัดกุม จึงมองตัวลวงเหล่านั้นได้อีกแง่มุมหนึ่ง ทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุมได้

9. เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือจะกำหนดตัวถูกหรือผิดเพราะสอดคล้องกับความเชื่อของสังคม หรือกับคำพังเพยทั่ว ๆ ไปไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญ จะนำความเชื่อโชคลาง หรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นมาอ้างไม่ได้

10. เขียนตัวเลือกให้อิสระขาดจากกัน พยายามไม่ให้ตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

11. ควรมีตัวเลือก 4-5 ตัว ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ถ้าเขียนตัวเลือกเพียง 2 ตัว ก็กลายเป็นข้อสอบแบบกา ถูก-ผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่าย ๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ ตัวที่นิยมใช้หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1-2 ควรใช้ 3 ตัวเลือกระดับประถมศึกษาปีที่3-6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาขึ้นไปควรใช้ 5 ตัวเลือก

สุทธิวรรณ พีรศักดิโสภณ (2562) ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบมีดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไร สอบกับใครในระดับชั้นใด

2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้นักเรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร ต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราและทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด ในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่า คืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

4. เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและให้ถูกต้องตามหลักวิชาของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข เมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญควร ประกอบด้วยบุคคล 2 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้าน วัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

6. การทดลองใช้ข้อสอบหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และพัฒนาแบบทดสอบต่อไปในการทดลอง ใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่าถ้าบุคคลใด สอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

Hopkins and Antes (1990) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมและถูกต้องตามหลักวิชานั้น มีหลักการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. ควรเขียนแบบทดสอบในระหว่าง หรือเพิ่งเสร็จการเรียนการสอนในเรื่องนั้น ๆ เพราะจะทำให้ผู้เขียนแบบทดสอบยังจำและเข้าใจเนื้อหานั้นดีอยู่

2. แบบทดสอบนั้นต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การศึกษาและตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3. แบบทดสอบต้องถามในเรื่องที่มีความสำคัญ ไม่ถามในรายละเอียดปลีกย่อย หรือเรื่องที่ไม่ใช่แก่นสาระเนื้อหา

4. แบบทดสอบต้องถามให้ผู้สอบตอบโดยสะท้อนถึงความรู้ที่ได้ศึกษา

5. การเลือกประเภทของแบบทดสอบต้องคำนึงถึงว่า แบบทดสอบจะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ แบบทดสอบที่นำมาสอบต้องตรงกับสิ่งที่จะวัดให้มากที่สุด

6. ควรมีการศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากแบบทดสอบมาตรฐานคำสั่งต้องกะทัดรัด ชัดเจน จะให้ผู้สอบทำอะไร ตอบอย่างไร ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและถูกต้อง ไม่ควรลอกข้อความโดยตรงจากหนังสือมาสร้างเป็นแบบทดสอบ เพราะจะทำให้ผู้สอบตอบง่าย

7. หลีกเลี่ยงข้อคำถามข้อใดข้อหนึ่งไปแนะนำคำตอบอีกข้อหนึ่ง

8. ควรมีการตรวจสอบ และวิจารณ์ข้อสอบโดยผู้สอนในรายวิชานั้น เพื่อปรับปรุงแบบทดสอบให้ดีขึ้น

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพควรยึดหลักการที่ชัดเจนและเป็นระบบ เริ่มจากการเขียนแบบทดสอบหลังจากสอนเสร็จ ใหม่ ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาของข้อสอบควรเน้นสิ่งสำคัญ ไม่ถามใน

รายละเอียดปลีกย่อย และสะท้อนความรู้ที่แท้จริงของนักเรียน คำถามต้องชัดเจน ไม่กำกวม และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย พร้อมทั้งกำหนดประเภทข้อสอบให้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2.5 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คุณภาพของแบบทดสอบเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้ ความสามารถ และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้นเมื่อสร้างแบบทดสอบแล้ว จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ หากแบบทดสอบไม่มีคุณภาพย่อมส่งผลให้ข้อมูลที่ได้ขาดความน่าเชื่อถือ และไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนได้อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงนำเสนอการหาค่าความเที่ยง ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบ คือความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2553) อธิบายว่า ความเที่ยงตรงเป็นความสามารถของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง และผลการวัดสามารถนำไปใช้ตีความได้อย่างเหมาะสม โดยเน้นว่าความเที่ยงตรงไม่ได้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับวิธีการใช้และบริบทของการวัดด้วย การตีความผลการทดสอบจึงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการวัดเป็นสำคัญ

สุวิมล ติรกานันท์ (2557) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้นสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และให้ผลที่สะท้อนความเป็นจริงของผู้ถูกวัด โดยเน้นว่าความเที่ยงตรงควรได้รับการตรวจสอบหลายด้าน เช่น ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์

กมลาศ ภู่วชนะทิพงศ์ (2563) อธิบายว่า ความแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือสิ่งที่เครื่องมือควรจะวัด และคะแนนที่ได้จากเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงสูง สามารถบอกถึงสภาพที่แท้จริงและพยากรณ์ได้ถูกต้องแม่นยำ

ไพศาล วรคำ (2567) อธิบายว่า ความเที่ยงตรงเป็นหัวใจสำคัญของการประเมินผลในปัจจุบัน โดยเฉพาะการวัดสมรรถนะและการคิดขั้นสูง เครื่องมือวัดต้องสามารถสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แท้จริง และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตร ควรมีการใช้วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงที่หลากหลาย เช่น การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อยืนยันคุณภาพของเครื่องมือ

2. ความยากของข้อสอบ (Difficulty Index)

ความยากของข้อสอบ เป็นลักษณะสำคัญของข้อคำถามที่ใช้วัดระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาจากสัดส่วนของผู้ตอบที่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง หากข้อสอบมีความยากที่เหมาะสม จะช่วยให้สามารถวัดและจำแนกระดับความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อังคณา สายยศ (2563) อธิบายว่า ความยากของข้อสอบเป็นตัวบ่งชี้ระดับความสามารถที่นักเรียนต้องมีในการตอบข้อคำถามได้ถูกต้อง ซึ่งช่วยให้สามารถคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพไปใช้ในการวัดผลได้อย่างเหมาะสม

ไพศาล วรคำ (2567) อธิบายว่า ความยากของข้อสอบเป็นดัชนีที่ใช้บ่งบอกระดับความสามารถของข้อคำถามในการจำแนกนักเรียน โดยพิจารณาจากร้อยละของผู้ตอบถูก ซึ่งข้อสอบที่เหมาะสมควรมีค่าความยากอยู่ในระดับปานกลาง

OECD (2021) อธิบายว่า ความยากของข้อสอบเป็นคุณลักษณะของข้อคำถามที่สะท้อนระดับความสามารถที่นักเรียนต้องมี เพื่อจะตอบได้ถูกต้อง โดยใช้ข้อมูลเชิงสถิติจากการทดสอบเพื่อประเมินความเหมาะสมของข้อสอบ

3. อำนาจจำแนก (Discrimination Index)

อำนาจจำแนกของข้อสอบ เป็นคุณลักษณะที่แสดงถึงความสามารถของข้อคำถามในการแยกแยะนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน โดยเฉพาะการจำแนกระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถสูงและต่ำ หากข้อสอบมีอำนาจจำแนกที่ดี จะสามารถสะท้อนความแตกต่างของนักเรียนได้อย่างชัดเจน และช่วยให้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) ให้ความหมายว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบ เป็นความสามารถของข้อคำถามในการแยกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถ ซึ่งข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวัด และทำให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถวิเคราะห์ศักยภาพของนักเรียนได้อย่างชัดเจน

จิราภรณ์ ชัยมงคล (2565) กล่าวว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบ เป็นความสามารถของข้อคำถามในการแยกนักเรียนออกตามระดับความสามารถ โดยข้อสอบที่ดีควรสามารถแสดงความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้การวิเคราะห์อำนาจจำแนกยังช่วยให้ทราบว่าข้อสอบข้อใดควรปรับปรุงหรือคัดออกจากแบบทดสอบ เพื่อให้เครื่องมือมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

กนกวรรณ ศรีสุวรรณ (2566) อธิบายว่า อำนาจจำแนกเป็นดัชนีสำคัญในการประเมินคุณภาพข้อสอบ โดยพิจารณาจากความแตกต่างของสัดส่วนการตอบถูกระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถสูงและต่ำ ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกสูงจะสามารถจัดลำดับความสามารถของนักเรียนได้อย่างแม่นยำ และช่วยให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

4. ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นคุณลักษณะที่แสดงถึงความคงที่และความสม่ำเสมอของผลการวัด หากนำเครื่องมือไปใช้วัดซ้ำในสภาพการณ์เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ควรให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน แสดงถึงความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของคุณภาพแบบทดสอบ นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ศิริพร วงศ์คำ (2565) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นความสม่ำเสมอของผลการวัดที่ได้จากการใช้เครื่องมือ หากเครื่องมือมีความเชื่อมั่นสูง ผลการวัดจะมีความคงที่และไม่แปรผันไปตามปัจจัยภายนอกมากนัก การตรวจสอบความเชื่อมั่นจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการยืนยันคุณภาพของเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริงในการประเมินผลการเรียนรู้

ณัฐวุฒิ แสนคำ (2567) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นองค์ประกอบสำคัญของคุณภาพเครื่องมือวัด โดยเครื่องมือที่มีความเชื่อมั่นสูงจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการวัด และทำให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น การพัฒนาแบบทดสอบจึงควรมีการตรวจสอบความเชื่อมั่นควบคู่กับการตรวจสอบความเที่ยงตรง

พิมพ์ชนก แก้วมณี (2567) อธิบายว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นความสามารถของเครื่องมือในการให้ผลการวัดที่คงที่และเชื่อถือได้ โดยเฉพาะในการวัดทักษะการคิดและสมรรถนะของผู้เรียน เครื่องมือควรให้ผลที่สอดคล้องกันในหลายครั้งของการวัด

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการประเมินความรู้ ความสามารถ และทักษะของนักเรียน ซึ่งต้องมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบและผ่านการตรวจสอบคุณภาพในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น เพื่อให้เครื่องมือสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ ทั้งนี้แบบทดสอบที่มีคุณภาพจะช่วยให้ผลการประเมินสะท้อนศักยภาพที่แท้จริงของนักเรียน และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยงข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบว่าผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้เกมมิฟิเคชั่นเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.2.1 งานวิจัยในประเทศ

ปรารถนา เสือกลั่น และปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์ (2563) ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเอกชน เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการนำไปพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 27.34 เมื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แยกรายองค์ประกอบ พบว่าองค์ประกอบ การระบุสิ่งที่สงสัยจากการสังเกตมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 63.98 และองค์ประกอบการให้เหตุผล เชิงความน่าจะเป็นมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 8.60

ณัชชาภรณ์ สาโรจน์ (2565) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน และ 3) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 79.06/75.16 2) ความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชันสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.60, S.D.=0.59)

ริญญาทิพย์ ศิริมนตรี และสิทธิพล อาจอินทร์ (2565) พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (ADI) ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 33.82 คิดเป็นร้อยละ 70.45 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 72.72 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเฉลี่ยเท่ากับ

22.36 คิดเป็นร้อยละ 74.54 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 77.27 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ดวงดาว รุ่งเจริญเกียรติ (2566) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันสำหรับครูประถมศึกษา เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน และประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน สำหรับครูประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า 1) จากการสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน มีหลักการสำคัญ 4 ประเด็น ดังนี้ 1) เนื้อหาสาระควรเป็นเนื้อหาเชิงโต้ตอบสามารถออกแบบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เกมปริศนา กิจกรรมเสริมทักษะ 2) รูปแบบการเรียนรู้ ควรเป็นรูปแบบที่หลากหลาย สนุกสนาน และกระตุ้นความสนใจของนักเรียน อาจใช้กลไกการเล่นเกม เช่น การให้คะแนนการแข่งขัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม 3) เทคโนโลยี ควรเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายและเหมาะสมกับนักเรียนประถมศึกษา ช่วยให้นักเรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบเกม ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการเล่นเกม เช่น เกมคอมพิวเตอร์ เกมกระดาน หรือบอร์ดเกม และ 4) การวัดและประเมินผล การประเมินผลการเรียนออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน ควรเน้นการประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการมากกว่าด้านความรู้ โดยอาจใช้วิธีการประเมินผลต่าง ๆ เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ หรือการให้คะแนน ให้ผลย้อนกลับแก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ และ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน 2) เลือกกลไกเกมที่เหมาะสม 3) ใช้องค์ประกอบของ เกมมิฟิเคชันที่หลากหลาย 4) สร้างโครงเรื่องหรือธีมให้น่าสนใจ 5) ใช้เนื้อหาเชิงโต้ตอบ 6) ให้ข้อเสนอแนะนักเรียนทันที 7) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดความร่วมมือและส่งเสริมการแข่งขัน 8) ปรับเปลี่ยนกลไกเกมตามเนื้อหา 9) ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ 10) ให้สิ่งจูงใจหรือแรงจูงใจตามความต้องการของนักเรียน 11) การมีส่วนร่วมของผู้สอนในห้องเรียนออนไลน์ 12) การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองในการเรียนออนไลน์ และ 13) การวัดและประเมินผลออนไลน์

อรธิดา ประสาร (2567) ศึกษาการนำแนวคิดการออกแบบเกมและกลไกของเกมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันสำหรับนักศึกษาครู 2) พัฒนาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครู และ 3) ประเมินและสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันของนักศึกษาครู ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ดำเนินการตามกระบวนการได้แก่ วิเคราะห์เนื้อหารายวิชา ออกแบบกลไกเกมมิฟิเคชัน การให้รางวัล เกมตอบคำถามหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สะสมคะแนน ตรวจสอบคะแนนความก้าวหน้า 2) สมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษา ด้านความรู้ ด้านทักษะ และเจตคติ คะแนนจากการทำแบบทดสอบคิดเป็นร้อยละ 51.03 คะแนนจากการปฏิบัติออกแบบการจัดการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมินสมรรถนะในการ

จัดการเรียนรู้ของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก (u =4.08, σ =0.78**)** และ 3) ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ได้แก่ การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดทำสื่อ การวิเคราะห์นักเรียน เป็นรายบุคคล การให้แรงเสริม การบริหารจัดการชั้นเรียน การแก้ปัญหาในชั้นเรียน การเอาใจใส่นักเรียน

ยศธพรชัย คำทะเนตร, ปวีณา ขันธ์ศิลา และประภาพร หนองหารพิทักษ์ (2568) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม 2) ศึกษาระดับพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง จำนวนเต็ม หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชัน สูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนจำนวน 6 คน มีพัฒนาการระดับสูงมาก คิดเป็นร้อยและ 18.18 ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนจำนวน 13 คน มีพัฒนาการระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 39.39 ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนจำนวน 14 คน มีพัฒนาการระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 42.43 ของนักเรียนทั้งหมด และ 3) ความพึงพอใจ ของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.51, S.D.=0.77) และเมื่อพิจารณารายข้อพบว่าทุกข้ออยู่ในระดับคุณภาพมากขึ้นไป

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Lawson (2009) ศึกษากระบวนการอนุมานขั้นพื้นฐานในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งเชิงเหตุผล และการค้นพบองค์ความรู้ โดยศึกษาการให้เหตุผล 4 รูปแบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย เป็นการสร้างสมมติฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสังเกตพบปัญหา (Puzzling Observation) หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ยังไม่อาจเข้าใจ เพื่อพยายามหาคำอธิบายหรือคาดเดาถึงสิ่งเกินขึ้น 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการนำสมมติฐานมาทำการทดสอบข้อกล่าวอ้างเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อให้สามารถอธิบายข้อเท็จจริงจากหลักฐานที่สามารถยืนยันได้ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างการทดสอบที่มีความน่าเชื่อถือขึ้น โดยนำความรู้พื้นฐานที่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมาใช้อ้างอิงไปยังสมมติฐานหรือข้อสรุปที่สร้างขึ้น และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการสร้างข้อสรุปหรือลงข้อสรุปจากผลของการค้นคว้าหาความจริง ซึ่งอาจได้มาจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำ ๆ โดยการทำการศึกษาและวิเคราะห์การให้เหตุผลดังกล่าว จากกรณีตัวอย่างใน ประวัติศาสตร์ที่เป็นเรื่องราวการค้นพบที่ยิ่งใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์ 3 กรณี ได้แก่ 1) การค้นพบดวงจันทร์ของดาวพฤหัสบดีของกาลิเลโอ 2) งานวิจัยเกี่ยวกับนกฟินช์ที่ชาร์ล ดาวิน และ 3) งานวิจัยเกี่ยวกับรหัสพันธุกรรมที่ได้รับรางวัล

โนเบล ผลการศึกษาพบว่า ในแต่ละกรณีตัวอย่างนั้นมีรูปแบบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจะนำไปประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไปได้

Fonseca, Caviedes, Chantré, and Bernate (2023) ศึกษาการประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชันและการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ดำเนินการสืบค้นและกำหนดกลยุทธ์การค้นคว้า ทำการศึกษาวรรณกรรมในช่วงปี ค.ศ. 2012-2021 โดยเลือกใช้ฐานข้อมูล Web of Science (WoS) และ Scopus ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่รวบรวมวารสารที่มีอิทธิพลทางวิชาการสูง รวมถึงฐานข้อมูลด้านการศึกษา ได้แก่ ERIC (Education Resources Information Center) ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเกมมิฟิเคชัน และการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สามารถช่วยพัฒนาทักษะด้านวิชาการ ทักษะส่วนบุคคล และทักษะทางสังคมของนักเรียนได้ โดยเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนุกสนานและส่งเสริมอารมณ์เชิงบวก และความคิดสร้างสรรค์

Smiderle, Rigo, Marques, Peçanha and Jaques (2020) ศึกษาอิทธิพลของเกมมิฟิเคชันที่มีต่อผลการเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และพฤติกรรมของนักเรียน ภายใต้ความแตกต่างของลักษณะบุคลิกภาพ เพื่อสำรวจลักษณะบุคลิกภาพต่าง ๆ ได้แก่ ความเปิดกว้างต่อประสบการณ์ (Openness) ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ (Agreeableness) ความวิตกกังวล (Neuroticism) และความรับผิดชอบต่อหน้าที่ (Conscientiousness) ส่งผลต่ออิทธิพลขององค์ประกอบเกมมิฟิเคชันต่อการเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และพฤติกรรมการเขียนโปรแกรมของนักเรียนอย่างไร การวิจัยดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 4 เดือน กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 40 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า เกมมิฟิเคชันส่งผลต่อนักเรียนแตกต่างกันไปตามลักษณะบุคลิกภาพของแต่ละบุคคล โดยชี้ให้เห็นว่าประสิทธิผลของเกมมิฟิเคชันขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของนักเรียนเป็นสำคัญ

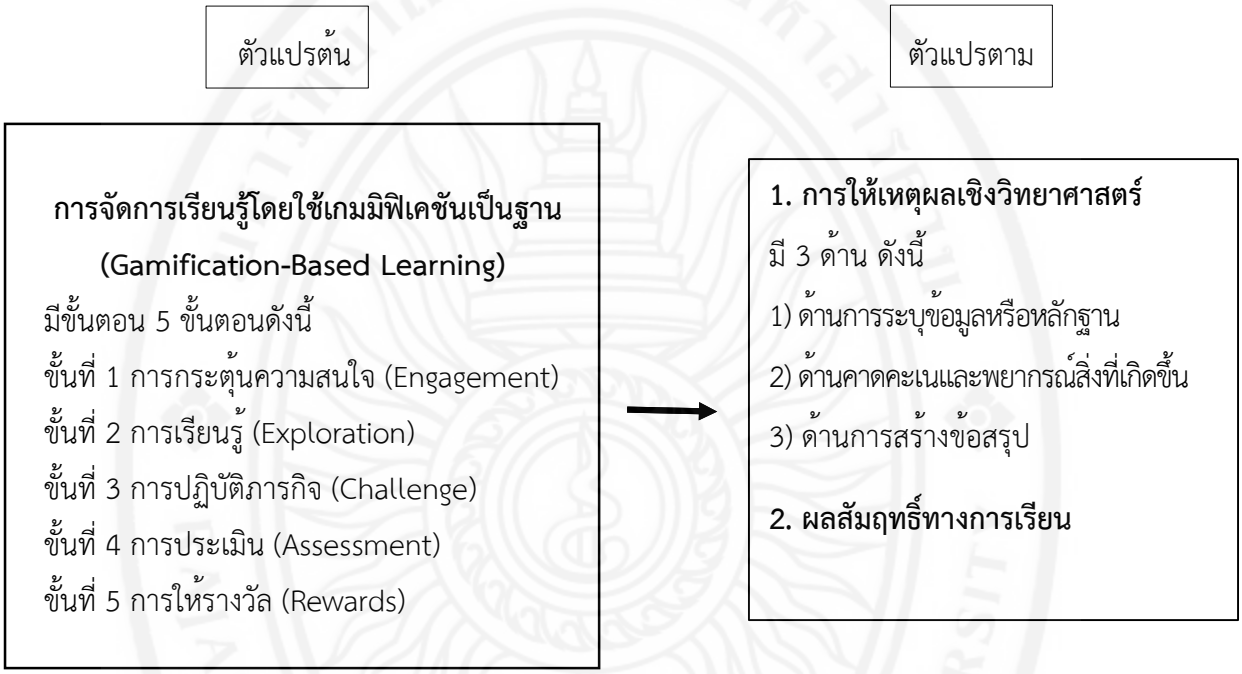
Wirani, et al. (2022) ศึกษาการประเมินการใช้งานอย่างต่อเนื่องของ Kahoot! โดยใช้แพลตฟอร์ม การเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชัน จากมุมมองของนักเรียนชาวอินโดนีเซีย โดยมุ่งเน้นการประเมิน Kahoot! ในด้านวิธีการเรียนรู้ที่ใช้งานง่าย มีประโยชน์ และสร้างความสนุกสนานสำหรับนักเรียนในประเทศอินโดนีเซีย เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามที่แจกจ่ายให้กับผู้ตอบ 301 คน ที่เป็นนักเรียนในอินโดนีเซีย ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแข่งขัน และความสนุก ส่งผลต่อการใช้งานต่อเนื่องผ่านโครงสร้างของการรับรู้ถึงความมีประโยชน์ ขณะที่ความสนุกส่งผลต่อผลกระทบส่วนบุคคลผ่านโครงสร้างของความพึงพอใจ และความพึงพอใจส่งผลต่อผลกระทบส่วนบุคคล

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการแข่งขัน ความท้าทาย และ

ความสนุกสนาน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในรายวิชาเคมีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอีก

2.6 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน เป็นฐาน ดังนี้



ภาพที่ 2.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Per-Experimental Research) เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning Ability) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน (Gamification-Based Learning) ซึ่งวิธีดำเนินการวิจัยลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและคุณภาพเครื่องมือ
4. รูปแบบการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ห้อง จำนวน 200 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ที่กำลังอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 38 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง เคมีไฟฟ้า ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาเรียน 12 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ มี 2 ตอน ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์อย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 เพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ 2) ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ วัดพฤติกรรมทางการเรียน จำนวน 6 ด้านได้แก่ ด้านที่ 1 ความรู้-ความจำ ด้านที่ 2 ความเข้าใจ ด้านที่ 3 การนำไปใช้ ด้านที่ 4 การวิเคราะห์ ด้านที่ 5 การสังเคราะห์ และด้านที่ 6 การประเมินค่า

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนผดุงนารี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง เคมีไฟฟ้า มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3.3.1.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการและแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานเพื่อกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้

3.3.1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมเกม เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้

เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี จำนวน 4 แผน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ/สาระการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
ผ.16 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	ม.2/8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	เซลล์อิเล็กโทรลิติกสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวัน และในอุตสาหกรรมหลายประเภท	เกมขุดทอง Gold Quest	3
ผ.17 การชุบโลหะ			เกม Tower Defense	3
ผ.18 การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าและทำโลหะให้บริสุทธิ์			เกม Crypto Hack	3
ผ.19 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	ม.2/9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์	เกม Fishing Frenzy	3
	รวม			12

3.3.1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน ตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม จำนวน 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ เป็นขั้นในการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย ต้องการที่จะเรียนรู้ ใช้เวลา 15 นาที

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาบทเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ใช้เวลา 40 นาที

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติภารกิจ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้ ประสบการณ์ที่ได้จากขั้นการเรียนรู้มาใช้ในการปฏิบัติภารกิจ และเข้าร่วมกิจกรรมเกม ใช้เวลา 60 นาที

ขั้นที่ 4 การประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนทำกิจกรรมเกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้รับมาแก้ปัญหาประเมินความเข้าใจบทเรียนของนักเรียน ใช้เวลา 30 นาที

ขั้นที่ 5 การให้รางวัล เป็นขั้นที่ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม ใช้เวลา 20 นาที

3.3.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ปรับสื่อการสอนประกอบการสอนให้เป็นแบบออนไลน์ เพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเล่นเกม และปรับเวลาที่ใช้สอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา

3.3.1.6 สร้างแบบประเมินแผนจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นมาตรส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของ Likert บุญชม ศรีสะอาด (2553) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

3.3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1) รองศาสตราจารย์ ว่าที่ รต.ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง กศ.ด (วัดผล ประเมินผลและวิจัยการศึกษา) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

2) ผู้ช่วยศาสตราจารณ์ ดร.กานต์สิริ ปักเคธาติ ปร.ด. (เคมี) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี

3) นางสาวบัวพันธ์ ดงตะใน วท.บ. (เคมี) ครูชำนาญการโรงเรียนผดุงนารี ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี

3.3.1.8 นำผลการประเมินที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลความหมายค่าเฉลี่ยความเหมาะสม บุญชม ศรีสะอาด (2553) มีดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ระดับความเหมาะสมมาก ต้องได้ค่าเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป จึงถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ได้

3.3.1.9 ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งหมด 4 แผน มีความเหมาะสมมากทุกแผน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.20-4.32 (S.D. = 0.12-0.26) ซึ่งแต่ละแผนมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ (ภาคผนวก ง)

แผนที่ 16 การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 (S.D. = 0.12) มีความเหมาะสมระดับมาก

แผนที่ 17 การชุบโลหะ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 (S.D. = 0.20) มีความเหมาะสมระดับมาก

แผนที่ 18 การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้าและทำโลหะให้บริสุทธิ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 (S.D. = 0.24) มีความเหมาะสมระดับมาก

แผนที่ 19 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 (S.D. = 0.26) มีความเหมาะสมระดับมาก

3.3.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมโดยเพิ่มขั้นตอนของการจัดกิจกรรมให้มีความชัดเจน เป็นลำดับมากขึ้น ปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน และแก้ไขคำผิด

3.3.1.11 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนผดุงนารี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 38 คน

3.3.2 แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 8 สถานการณ์ ซึ่งครอบคลุมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lawson โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3.3.2.2 สร้างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า แบบสถานการณ์ จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 32 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบ มี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น จำนวน 1 ข้อ และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 เพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ 2) ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป ต้องการใช้จริง จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้	ข้อสอบสถานการณ์	
	สร้าง	ใช้
ม.2/8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า	6	3
ม.2/9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	2	1
รวม	8	4

3.3.2.3 สร้างเกณฑ์คะแนนตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กำหนดให้ข้อคำถามแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ที่ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น การให้คะแนนในส่วนนี้ ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบไม่ถูกต้อง ตอบไม่ครบถ้วน หรือไม่ตอบคำถาม

ตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 โดยให้นักเรียนอธิบายเหตุผล หลักการหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้สนับสนุนคำตอบในส่วนที่ 1 ครอบคลุมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยใช้เกณฑ์คะแนนตามแนวคิดของ Lawson (2009) ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์คะแนนตามองค์ประกอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน		
	ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	ด้านการสร้างข้อสรุป
2	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วย อย่างน้อย 2 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุในการลงข้อสรุปได้และครบถ้วย อย่างน้อย 2 เหตุผล	ลงข้อสรุปได้ถูกต้องและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
1	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐาน ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วนเพียง 1 หลักฐาน	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบมีความถูกต้องสามารถนำไปใช้เป็นเหตุในการลงข้อสรุปได้ แต่ไม่ครบถ้วย อย่างน้อย 1 เหตุผล	ลงข้อสรุปไม่ถูกต้องแต่อธิบาย โดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
0	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	เหตุผลของการคาดคะเนคำตอบไม่ถูกต้องไม่สามารถนำไปใช้เป็นเหตุในการลงข้อสรุปได้ หรือไม่ตอบ	ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างถึงหลักฐานที่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

3.3.2.4 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และนำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ปรับปรุงสถานการณ์ในแบบวัดให้สอดคล้องกับองค์ประกอบรายด้านของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และปรับเปลี่ยนเนื้อหาของข้อคำถามบางส่วน เพื่อเพิ่มความชัดเจน

3.3.2.5 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านชุดเดิม เพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาการให้ระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

เมื่อสอดคล้องว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเป็น +1

เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเป็น 0

เมื่อไม่สอดคล้องว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเป็น -1

จากนั้นทำการวิเคราะห์ของแบบวัดกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2567) พบว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 32 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ภาคผนวก ง)

3.3.2.6 นำแบบวัดการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับข้อคำถามให้มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ไม่ยากเกินไป และปรับข้อคำถามให้สอดคล้องกับสถานการณ์

3.3.2.7 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 32 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

3.3.2.8 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (Item Difficulty) โดยกำหนดเกณฑ์ดัชนีความยาก ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 (ไพศาล วรคำ, 2567) ผลวิเคราะห์พบว่าความยากของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.05 และหาค่าอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่มโดยวิธี Whitney and Sabers โดยกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2567) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.70 จึงคัดเลือกไว้เพื่อเก็บข้อมูลวิจัย จำนวน 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ ที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.75 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.50-1.00 (ภาคผนวก ง)

3.3.2.9 นำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 4 สถานการณ์ มาวิเคราะห์หาค่าเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่มโดยวิธี Cronbach’s Alpha Coefficient Method โดยกำหนดเกณฑ์ความเหมาะสมตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2567) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.92 (ภาคผนวก ง)

3.3.2.10 จัดพิมพ์แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนผดุงนารี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 38 คน

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง 2560 รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 5

3.3.3.2 ศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.3 กำหนดขอบเขตแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแนวคิดของ Bloom (1976) มี 6 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความรู้-ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง รวมถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงตามหลักทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

ด้านที่ 2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนไปหรือเป็นการสรุปของเนื้อหา และการย่อความ

ด้านที่ 3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ต่างจากบทเรียน รวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์หลักสำคัญ และวิธีการมาใช้ในการเรียนรู้

ด้านที่ 4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาหรือข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบย่อย รวมทั้งสามารถมองเห็นความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อสร้างความเข้าใจในภาพรวมของเนื้อหาได้อย่างมีเหตุผล

ด้านที่ 5 การสังเคราะห์ หมายถึง การนำองค์ประกอบย่อยมาประยุกต์ใช้หรือประกอบเป็นสิ่งใหม่ในการวางแผน การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหา เป็นการสร้างแนวคิดใหม่หรือแบบแผนใหม่ขึ้นมา

ด้านที่ 6 การประเมินค่า หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งนั้น ซึ่งมีแบบแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน โดยเกณฑ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองก็ได้

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริง 25 ข้อ โดยสร้างผังข้อสอบครอบคลุมกับผลการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจำนวนข้อสอบ

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ความรู้-ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า		รวม	
		สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน	8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	8	6
การชุบโลหะ		2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	8	7
การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า		2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	-	1	7	6
เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	9.สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6
รวม	7	4	4	4	7	6	4	4	4	4	4	4	4	30	25

3.3.3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และปรับปรังแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ปรับปรุงข้อคำถามและตัวเลือกคำตอบให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงเนื้อหาของข้อคำถามให้มีความถูกต้อง

3.3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านชุดเดิม เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำมาประเมินหาคุณภาพของข้อสอบ และประเมินตรวจสอบความถูกต้อง โดยพิจารณาการเกณฑ์เป็นคะแนน (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

เมื่อสอดคล้องว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเป็น +1

เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเป็น 0

เมื่อไม่สอดคล้องว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามผลการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้มีคะแนนเป็น -1

3.3.3.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าเท่ากับ 0.60-1.00 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2567) ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง อยู่ระหว่าง 0.70-1.00 (ภาคผนวก ง)

3.3.3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ แก้ไขโจทย์คำถามให้มีความชัดเจนและถูกต้อง และปรับข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3.3.3.9 นำแบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

3.3.3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาความยาก (Item Difficulty) โดยกำหนดเกณฑ์ความยาก ควรมีค่าอยู่ระหว่า 0.20-0.80 (ไพศาล วรคำ, 2567) ผลวิเคราะห์พบว่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.78 และหาค่าดัชนีอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ด้วยวิธีของ Brennan โดยกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2567) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าอำนาจจำแนกของ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.90 ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อสอบไว้ใช้เก็บข้อมูล จำนวน 25 ข้อ จากทั้งหมด 30 ข้อ (ภาคผนวก ง)

3.3.3.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ 25 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าเชื่อมั่น โดยใช้สูตร Lovett กำหนดเกณฑ์ความเหมาะสมตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2567) พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.84 (ภาคผนวก ง)

3.3.3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผ่านการ ตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 25 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน โรงเรียนผดุงนารี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

3.4 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประเภทการทดลอง ผู้วิจัยใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังเรียน (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2567) ซึ่งมีลักษณะของการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แบบการทดลอง One Group Posttest Only Design วัดเฉพาะหลังการทดลอง

การลุ่ม	กลุ่มทดลอง	การทดลอง	ทดสอบก่อน	ทดสอบหลัง
-	E	X	-	O

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experiment Group)
X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน
O หมายถึง ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Per-Experimental Research) โดยดำเนินรูปแบบการทดลองกลุ่มเดียวมีการทดสอบหลังเรียน (One Group Posttest Only Design) ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองและรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยวางแผนการเก็บข้อมูล และดำเนินการขอใบจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หมายเลขสำคัญโครงการ : HE000068 ลำดับที่ 062/2568

3.5.2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง รวมเป็น 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง โดยแบ่งคาบเรียนเป็น 2 ชั่วโมง จำนวน 1 คาบ และคาบเรียน 1 ชั่วโมง จำนวน 1 คาบ

3.5.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ ดังนี้

3.5.3.1. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบ มี 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 เพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน หรือประจักษ์พยานได้ 2) ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น หรือการพยากรณ์จากข้อมูลหลักฐาน และ 3) ด้านการสร้างข้อสรุป

3.5.3.2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

3.5.4. เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วไปวิเคราะห์ผลตามวิธีการทางสถิติต่อไป

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยดังนี้

3.6.1 วิเคราะห์ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ดังนี้

3.6.1.1 ส่วนที่ 1 การตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ และให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนตอบไม่ถูกต้อง

3.6.1.2 ส่วนที่ 2 การอธิบายเหตุผลของคำตอบ ให้ 2 คะแนน เมื่อนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องชัดเจน และเชื่อมโยงกับคำตอบในส่วนที่ 1 อย่างสมเหตุสมผล ให้ 1 คะแนน เมื่อนักเรียนให้เหตุผลถูกต้องเพียงบางส่วน และให้ 0 คะแนน เมื่อนักเรียนให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

3.6.2 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐาน เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ แล้วนำค่าร้อยละไปวิเคราะห์หาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจาก Kamaluddin et al. (2023) ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การจัดระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ร้อยละของคะแนน	ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
81-100	ดีมาก
61-80	ดี
41-60	พอใช้
21-40	ต่ำ
0-20	ต่ำมาก

3.6.2 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยสถิติพื้นฐานเพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Sample t-test)

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้เลือกใช้สถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

3.7.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

3.7.1.1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของกลุ่มตัวอย่างคงที่ i = 1,2,3,.....,n

N แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.7.1.2 ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน คะแนนของกลุ่มตัวอย่างคงที่ i = 1,2,3,.....,n

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.7.1.3 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

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

เมื่อ % แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่รายการที่สนใจ

N แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.7.2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ (Item-Objective Congruency Index: IOC) แบบทดสอบทั้งหมดใช้สูตรในการคำนวณ IOC ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2567)

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \tag{3-4}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.7.2.2 หาดัชนีความยากแบบอิงกลุ่มของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})} \tag{3-5}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและต่ำ

3.7.2.3 หาค่าอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่มของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีของ Whitney and Sabers โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})} \quad (3\text{-}6)$$

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและต่ำ

3.7.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธี Cronbach's Alpha Coefficient Method โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.7.2.5 หาค่าความยากแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ไพศาล วรคำ, 2567) โดยใช้สูตรดังนี้

$$P = \frac{f}{n} \quad (3\text{-}8)$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

f แทน จำนวนผู้ตอบถูก

n แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.7.2.6 หาค่าดัชนีอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Brennan โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

$$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F} \tag{3-9}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

f_p แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

f_F แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

n_p แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

n_F แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

3.7.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธี Lovett โดยใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2567)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1)\sum (x-C)^2} \tag{3-10}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบร้อยละ 70

x_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

3.7.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Samples t-test) (ไพศาล วรคำ, 2567) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - u_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ;df = n-1 \tag{3-11}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

u_0 แทน เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 25 คิดเป็น 17.5 คะแนน

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย
2. ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

$\overline{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
%	แทน ร้อยละของคะแนน
n	แทน จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
df	แทน ระดับความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
t	แทน สถิติทดสอบที

4.2 ขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการศึกษาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติพื้นฐานเพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เคมีไฟฟ้า

คนที่	คำตอบส่วนที่ 1 (4 คะแนน)	คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (28 คะแนน)
		ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน (8 คะแนน)	ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น (8 คะแนน)	ด้านการสร้างข้อสรุป (8 คะแนน)	
1	4	5	4	6	16
2	4	4	4	5	14
3	1	7	6	6	20
4	4	6	5	7	19
5	4	7	6	5	19
6	2	8	8	6	23
7	4	7	7	4	19
8	4	5	4	5	15
9	4	7	8	4	20
10	4	7	4	5	17
11	4	7	5	5	18
12	4	7	5	4	17
13	4	7	7	8	23
14	4	8	5	6	20
15	4	7	4	7	19
16	4	4	4	4	13

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คนที่	คำตอบส่วนที่ 1 (4 คะแนน)	คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์			รวม (28 คะแนน)
		ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน (8 คะแนน)	ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น (8 คะแนน)	ด้านการสร้างข้อสรุป (8 คะแนน)	
17	3	7	6	5	19
18	1	7	4	4	16
19	4	7	5	6	19
20	4	6	4	5	16
21	4	7	7	5	20
22	3	6	4	4	15
23	4	8	6	7	22
24	4	6	4	6	18
25	4	6	6	7	20
26	4	7	7	4	19
27	4	7	6	6	20
28	4	7	5	5	18
29	4	4	5	4	14
30	4	5	5	5	16
31	4	4	4	5	14
32	4	5	4	5	15
33	4	4	4	4	13
34	4	6	6	6	19
35	4	4	4	4	13
36	4	5	4	5	15
37	3	4	4	4	13
38	4	7	7	6	21
$\overline{X}$	3.71	6.11	5.18	5.24	17.53
S.D.	0.77	1.29	1.27	1.08	2.85

จากตารางที่ 4.1 พบว่า เมื่อวิเคราะห์คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างรายบุคคล จำนวน 38 คน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 28 คะแนน พบว่า ส่วนที่ 1 การตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 3.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.77 และส่วนที่ 2 การอธิบายเหตุผลของคำตอบ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.85 ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้สถิติพื้นฐานเพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ผลปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	ร้อยละ	การแปลผล
ส่วนที่ 1 การตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น					
การตอบคำถามของสถานการณ์	4	3.71	0.77	92.75	ดีมาก
ส่วนที่ 2 การอธิบายเหตุผลของคำตอบ					
ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน	8	6.11	1.29	76.32	ดี
ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	8	5.18	1.27	64.80	ดี
ด้านการสร้างข้อสรุป	8	5.24	1.08	65.46	ดี
รวม	28	20.24	4.41	72.29	ดี

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน จากการทดสอบโดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมี 5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 16 ข้อ คะแนนเต็ม 28 คะแนน เมื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน เพื่อหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ แล้วนำค่าร้อยละไปวิเคราะห์หาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ($\overline{X}$ =6.11, S.D.=1.29) อยู่ในระดับดี รองลงมาคือ ด้านการสร้างข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 65.46 ($\overline{X}$ =5.24, S.D.=1.08) อยู่ในระดับดี และด้านที่ได้คะแนนต่ำที่สุดคือ

ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64.80 ($\overline{X}$ =5.18, S.D.=1.27) อยู่ในระดับดี ตามลำดับ โดยภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 72.29 ($\overline{X}$ =20.24, S.D.=4.41) อยู่ในระดับดี

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตางรางที่ 4.3 คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คนที่	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 25)
1	13
2	24
3	12
4	24
5	17
6	13
7	22
8	25
9	12
10	16
11	25
12	12
13	12
14	25
15	24
16	13
17	25
18	15
19	19
20	25

(ต่อ)

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 25)
21	25
22	25
23	25
24	25
25	22
26	23
27	19
28	10
29	15
30	11
31	24
32	25
33	24
34	21
35	21
36	22
37	20
38	24
$\bar{X}$	19.84
S.D.	5.27

จากตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างรายบุคคล จำนวน 38 คน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน พบว่า มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 19.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.27 ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Sample t-test) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ร้อยละ 70	$\overline{X}$	S.D.	df	t-test	Sig.
หลังเรียน	38	25	17.50	19.84	5.27	37	2.74*	.009

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 38 คน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาเคมี 5 เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 25 คะแนน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 19.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.27 เมื่อนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว One-Sample t-test พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 ได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ตามวัตถุประสงค์งานวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 ได้สรุปผลการวิจัย ดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่านักเรียนมีการให้เหตุผลด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ($\overline{X}$ =6.11, S.D.=1.29) อยู่ในระดับดี รองลงมาคือ ด้านการสร้างข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 65.46 ($\overline{X}$ =5.24, S.D.=1.08) อยู่ในระดับดี และด้านที่ได้คะแนนต่ำที่สุดคือ ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64.80 ($\overline{X}$ =5.18, S.D.=1.27) อยู่ในระดับดี ตามลำดับ โดยภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 72.29 ($\overline{X}$ =20.24, S.D.=4.41) อยู่ในระดับดี

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.84 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.27 เมื่อนำไปเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-Sample t-test) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 อภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.2.1 ผลการศึกษาระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า พบว่า นักเรียนมีการให้เหตุผลอยู่ในระดับดีทุกด้าน โดยด้านที่มีคะแนนสูงที่สุดคือ ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน คิดเป็นร้อยละ 76.32 ($\overline{X}$ = 6.11, S.D.=1.29) อยู่ในระดับดี รองลงมาคือ ด้านการสร้างข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 65.46 ($\overline{X}$ = 5.24, S.D.= 1.08) อยู่ในระดับดี และด้านที่ได้คะแนนต่ำที่สุดคือ ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 64.80 ($\overline{X}$ = 5.18, S.D.=1.27) อยู่ในระดับดี ตามลำดับ ภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 62.60 ($\overline{X}$ = 17.53, S.D.=2.85) อยู่ในระดับดี ซึ่งแสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน สามารถประยุกต์เข้ากับการเรียนการสอนในทุกระดับชั้นและทุกสาขาวิชา รวมทั้งสามารถบูรณาการโครงสร้างและองค์ประกอบของเกมมาใช้ในการออกแบบหลักสูตร และเนื้อหาบทเรียน ทำให้เนื้อหามีความน่าสนใจ เพื่อสร้างแรงจูงใจและความท้าทายใน การเรียน การออกแบบเกมมิฟิเคชันประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก และอารมณ์ของผู้เล่น ซึ่งทำให้เกิดประสบการณ์ที่ดีและกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานเพื่อพัฒนาการให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ยกตัวอย่างเช่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ผู้วิจัยใช้ Blooket ในเกมขุดทอง โดยให้นักเรียนออกแบบคำตอบและคำถามที่เน้นการอธิบายสาเหตุ วิเคราะห์ข้อมูล และตีความสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องตอบคำถามให้ถูกต้องเพื่อเปิดกล่องสมบัติ โดยกำหนดเวลาตอบคำถามคำถามละ 1 นาที กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างรอบคอบแทนการเดา ซึ่งนักเรียนต้องใช้ข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่มาประกอบการพิจารณาอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนและพยากรณ์แนวโน้มของคำตอบที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ อันเป็นการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับที่ Osborne (2014) กล่าวว่าการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนคาดการณ์และใช้เหตุผลจากสถานการณ์ จะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การชุบโลหะ ผู้วิจัยใช้เกม Tower Defense โดยใช้รหัสเกม จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม เมื่อนักเรียนตอบถูก จะได้รับแต้มเพื่อนำไปสร้างหรืออัปเกรดป้อมปืน ทำให้ต้องใช้ความเข้าใจและเหตุผลในการตอบอย่างถูกต้อง เกมจะค่อย ๆ

ยากขึ้น ทำให้นักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์มากขึ้นในแต่ละรอบ นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยครูสามารถติดตามผลคะแนนและวิเคราะห์รูปแบบการตอบคำถามของนักเรียนผ่านระบบได้ เนื่องจากนักเรียนต้องรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการชุบโลหะเพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละสถานการณ์ อีกทั้งความยากของเกมที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนต้องวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบทางเลือก และตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง ส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับข้อมูลใหม่เพื่อนำไปสู่การสังเคราะห์และสร้างข้อสรุปที่มีความสมเหตุสมผลและตรวจสอบได้จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการสร้างข้อสรุป สอดคล้องที่ OECD (2018) กล่าวว่า การประเมินด้านวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อมูลและหลักฐานเพื่ออธิบายและสรุปปรากฏการณ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า ผู้วิจัยใช้เกม Fishing Frenzy เป็นเกมที่ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อสะสมคะแนนจาก “การตกปลา” เมื่อนักเรียนตอบถูก จะได้รับสิทธิ์เหวี่ยงเบ็ดหนึ่งครั้ง ซึ่งปลาที่ได้จะให้คะแนนแตกต่างกัน นักเรียนจำเป็นต้องตอบคำถามให้ถูกต้องและรวดเร็วเพื่อเพิ่มโอกาสในการสะสมคะแนนให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด และเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมนักเรียนที่มีคะแนนรวมสูงสุดเป็นผู้ชนะ โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้ามาวิเคราะห์คำถาม พิจารณาและคัดเลือกข้อมูลหรือหลักฐานที่เกี่ยวข้องจากการเรียนรู้และการสืบค้น เพื่อนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกคำตอบที่ถูกต้องภายใต้ข้อจำกัดของเวลา การเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้เดิมร่วมกับข้อมูลใหม่ ทำให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนข้อมูลพื้นฐาน ที่จำเป็นต่อการอธิบายหรือสนับสนุนข้ออ้างได้อย่างเหมาะสมและเป็นระบบ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน สอดคล้องกับที่ Kuhn (2005) กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการใช้หลักฐานในการสร้างและประเมินข้อสรุป ผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิศรุฒม์ เอมสมบูรณ์ (2564) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐาน มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างเรียน จากระยะแรกที่อยู่ในระดับต่ำ ระดับกลางและระดับสูง ร้อยละ 2.50, 37.50 และ 60 ตามลำดับ และเป็นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระยะหลังอยู่ในระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ร้อยละ 17.50, 22.50 และ 60 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วุฒิพงษ์ สมมิตร และคณะ (2567) ที่พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน มีค่าเท่ากับ 26.45 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ ตั้งไว้ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากวิธีการสอนแบบใช้เกมมิฟิเคชัน เป็นการนำแนวคิดและรูปแบบของการเล่นเกมมาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้ความสนุกสนาน และความน่าตื่นเต้นของเกมมาใช้เพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการ และการจัดการเรียนการสอนโดยนำสื่อประเภทเกมมาใช้ในชั่วโมงการสอน เพื่อพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของนักเรียน โดยในเกมจะมีการสอดแทรกเนื้อหาของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อีกทั้งการออกแบบกิจกรรมในรูปแบบเกมทำให้บรรยากาศการเรียนสนุก ลดความกดดัน ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน และช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ จึงมีความเหมาะสมในการนำการสอนแบบใช้เกมมิฟิเคชันมาใช้กับการสอนในรายวิชาเคมี ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ผ่านการใช้สื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย มาช่วยกระตุ้นความสนใจและเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้เพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การกัดกร่อนของโลหะและการป้องกัน ผู้วิจัยอธิบายการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและแนวทางการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะแบบต่าง ๆ โดยใช้สื่อประกอบ เช่น ภาพ แผนภาพ หรือสถานการณ์จำลอง ร่วมกับคำถามกระตุ้นการคิด ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำลำดับขั้นของกระบวนการการกัดกร่อนของโลหะและการป้องกันและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความรู้-ความจำและความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ในขั้นที่ 3 การปฏิบัติภารกิจ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากขั้นการเรียนรู้มาใช้ในการปฏิบัติภารกิจ โดยการตอบคำถามในเกมที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น ซึ่งนักเรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปใช้ สังเคราะห์ วิเคราะห์ และประเมินค่าในการตอบคำถาม ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีการจดจำและประยุกต์ใช้ความรู้ได้ดียิ่งขึ้น ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา นอกจากนี้แล้วสภาพแวดล้อมในการเล่นเกมที่สนุกช่วยให้นักเรียนไม่กลัวความผิดพลาด ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี สอดคล้องกับที่ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อและกิจกรรมที่หลากหลายและเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจ พัฒนาทักษะการคิด และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับที่ ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล (2561) กล่าวว่า เป็นการใช้เทคนิคในรูปแบบของเกมโดยไม่ใช้ตัวเกม เพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยในการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่สนุกสนาน ใช้กลไกของเกมเป็นตัวดำเนินการอย่างไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรม ตรวจสอบ ปรับปรุง และหาวิธีการแก้ไขปัญหา เกมมิฟิเคชันเป็นการนำเอาหลักการพื้นฐานในการออกแบบกลไกการเล่นเกม เช่น แต้มสะสม (Points) ระดับขั้น (Levels) การได้รับรางวัล (Rewards)

กระดานผู้นำ (Leaderboards) หรือจัดการแข่งขันระหว่างผู้เข้าร่วม (Competition) เป็นต้น มาประยุกต์ใช้ ในบริบทอื่นที่ไม่ใช่การเล่นเกม โดยจำลองสภาพแวดล้อมให้เสมือนการเล่นเกม การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น ซึ่งผลวิจัยที่ได้นี้ยังสอดคล้องผลการวิจัยของ พรภวิษย์ ทับชุม และอัมพร วัจนะ (2567) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเกมมิฟิเคชัน เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ โดยการออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการกลไกของเกม เช่น ระบบแต้ม รางวัล การแข่งขัน และความท้าทาย ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เสริมสร้างแรงจูงใจ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังส่งเสริมการเชื่อมโยงองค์ความรู้ โดยนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล เกมมิฟิเคชันจึงเป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับประสิทธิภาพการเรียนรู้และพัฒนาทักษะสำคัญของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมเกมมิฟิเคชันที่เน้นพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง โดยเฉพาะด้านคาดคะเนและพยากรณ์ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อสรุป เช่น กำหนดสถานการณ์ปัญหาในบริบทของเคมีไฟฟ้าที่สอดคล้องกับชีวิตจริง แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ออกแบบหรือพิจารณาการทดลองที่เกี่ยวข้อง และอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ

5.3.1.2 ผู้สอนควรมีการประเมินและตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งในด้านความรู้พื้นฐาน ความสามารถทางการเรียนรู้ และทักษะที่จำเป็นต่อการทำกิจกรรม เช่น การใช้เทคโนโลยี การทำงานร่วมกัน และการสื่อสาร เพื่อให้สามารถออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับศักยภาพของนักเรียน และลดอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรม

5.3.1.3 ผู้สอนควรวางแผนการจัดกิจกรรมและบริหารเวลาในแต่ละช่วงของบทเรียนให้เหมาะสม โดยเฉพาะช่วงการทำภารกิจเกมและการอภิปรายคำตอบ เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสอธิบายเหตุผล แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสะท้อนกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน กับรูปแบบการสอนอื่น เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อวิเคราะห์ว่ารูปแบบใดส่งผลต่อการพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีกว่า

5.3.2.2 ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนมีระดับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีค่อยข้างน้อย สะท้อนให้เห็นว่ายังมีข้อจำกัดบางประการในการพัฒนาทักษะดังกล่าวผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ดังนั้นควรออกแบบการวิจัยให้มีความรัดกุมมากยิ่งขึ้น โดยอาจใช้รูปแบบการวิจัยที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หรือมีกลุ่มควบคุม เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน และช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิผลของการใช้เกมมิฟิเคชันในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

5.3.2.3 จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ายังมีปัจจัยบางประการที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มเติม เช่น ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม ความต่อเนื่องของการใช้กิจกรรมเกมมิฟิเคชัน และระดับความยากง่ายของเนื้อหา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กนกวรรณ ศรีสุวรรณ. (2566). *หลักการวัดและวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือวิจัยทางการศึกษา*. สงขลา: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

กันต์ฤทัย คุณเลี้ยง, น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร, และสายรุ้ง ซาวสุภา. (2565). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 13*(2), 333-343.

กัลยาภรณ์ ศิริวรประสาท. (2555). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กมลาศ ภู่วชนะทิพงศ์. (2563). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

กวัตติภา จันทรุต และศศิธร ตั้งเกียรติศิริสิน. (2566). *ประสิทธิผลและมุมมองของนักเรียนต่อการใช้เกมมิฟิเคชันในการสอนไวยากรณ์ในห้องเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก. *วารสารการศึกษาและเทคโนโลยี, 9*(1), 23-38.

กิรติ บุญเจือ. (2550). *ตรรกวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิ่งกมล ศิริประเสริฐ. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเกม Kahoot วิชาภาษาอังกฤษที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการกำกับตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร, 4*(2), 157-180.

กุสุมา พลเสน, สนิท ตีเมืองซ้าย, และอุบลวรรณ จันทรเสนา. (2566). การส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์โดยการจัดการเรียนรู้ผสมผสานด้วยเทคนิคเกมมิฟิเคชันสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านแพงหนองเหนือ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 17*(3), 103-113.

จตุพล สังวังเลาว์. (2567). *การพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิทยปัญญา.

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จันทิมา เมยประโคน. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

จิรนันท์ กุญชะโมรินทร์. (2558). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

จิราภรณ์ ชัยมงคล. (2565). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จีระวรรณ เกษสิงห์. (2562). *การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จีรวรรณ เกษสิงห์, สุชาวดี เกตุชนก, และศรายุทธ ชาญนคร. (2566). สมรรถนะการปฏิบัติเพื่อสิ่งแวดล้อม: มุมมองใหม่ของผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 34*(1), 1-19.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2561). *เกมมิฟิเคชัน (Gamification): แนวคิดสู่การประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฑามาศ มีสุข. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียนโดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชันสำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกูลนารี* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

จูนจุฬา ทิพย์พิมานพร และกัญญารัตน์ โคจร. (2565). การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายมนุษย์. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ, 23*(1), 45-60.

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2561). *เกมมิฟิเคชัน (Gamification) โลกแห่งการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเกม*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). สืบค้นจาก https://www.scimath.org/article-technology/item/8420-gamification.

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2561). *เกมมิฟิเคชั่น เรียนเล่นให้เป็นเกมออนไลน์.* สืบค้นจาก: https://www.scimath.org/article-technology/item/8669-2018-09-11-08-06-48.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2562). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. สืบค้นจาก http://www.watpon.com/test/measure.pdf.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2560). *เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา*. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชนิดา ยอดสาลี และกาญจนา บุทส่ง. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, *22*(1), 114-124.

ฐิติรัตน์ ดีเสมอ. (2566). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการโต้แย้ง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ณัชชาภรณ์ สาโรจน์. (2565). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 17*(2), 145-158.

ณัฐวุฒิ แสนคำ. (2567). *นวัตกรรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ยุคใหม่*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดวงดาว รุ่งเจริญเกียรติ. (2566). แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันสำหรับครูประถมศึกษา. *วารสารนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 8*(1), 102-115.

ทิศนา แขมมณี. (2562). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 23). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทศพล สุวรรณพุฒ และธิติยา บงกชเพชร (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 11*(2), 395-409.

เบญจภัค จงหมื่นไวย์, กริช กองศรีมา, แสงเพ็ชร พระฉาย, สายสุนีย์ จับโจร, และอรัญ ซุยกระเดื่อง. (2561). เกมมิฟิเคชันเพื่อการเรียนรู้. *วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ, 4*(2), 34-43.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปรารถนา เสือกลั่น และปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์. (2563). การศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ศรีนครินทรวิโรฒ, 21*(1), 125-141.

พันทิพา อมรฤทธิ์ และศยามน อินสะอาด. (2565). เกมมิฟิเคชันเพื่อการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนภาษาจีนออนไลน์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน, 5*(2), 124-137.

พงษ์ศักดิ์ แปงใจ. (2566). *การพัฒนาทักษะการคิดและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรม*. เชียงใหม่: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

พนัส ทองปาน. (2558). *การวัดผลและประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

พรภวิษย์ ทับชุม และอัมพร วัจนะ. (2567). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-Based Learning) ร่วมกับแนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารเทคโนโลยีและการสื่อสารทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7*(24), 130-142.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการสร้างและวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พิชญะ โชคพล. (2558). *การส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันสำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกูลนารี* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พิมพ์ชนก แก้วมณี. (2567). *การพัฒนาเครื่องมือวัดสมรรถนะและทักษะการคิด*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพศาล วรคำ. (2567). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 15). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ภาสกร ใหลสกุล. (2562). *Gamification เปลี่ยนโลกให้เป็นเกม*. สืบค้นจาก https://tednet.wordpress.com/2014/05/19/gamification-เปลี่ยนโลกให้เป็นเกม/.

ยศธพรชัย คำทะเนตร, ปวีณา ขันธ์ศิลา, และประภาพร หนองหารพิทักษ์. (2568). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารเอเชียสังคมศาสตร์สวนสุนันทา,19*(1), 123-145.

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี . (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). *การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: จุดทอง.

ริญญาทิพย์ ศิริมนตรี และสิทธิพล อาจอินทร์. (2565). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งร่วมกับแผนผังมโนทัศน์. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 17*(1), 127-142.

ลัดดา ภู่เกียรติ. (2565). *การสอนโครงงานการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2561). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2566). *วิทยาศาสตร์ศึกษา: การสอนเพื่อพัฒนาการคิดและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วริศรา ดีนาน และวิเชียร ธำรงโสตถิสกุล. (2567). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างทักษะการพูดภาษาอังกฤษเชิงธุรกิจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. *วารสารพุทธศาสตร์ มจร อุบลราชธานี*, *6*(2), 1653-1666.

วิลาวัลย์ อินทร์ชำนาญ. (2561). *การออกแบบเกมมิฟิเคชัน: Gamification Design*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

วิศรุฒม์ เอมสมบูรณ์. (2564). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วุฒิพงษ์ สมมิตร, วรรณธิดา ยศวิลาศ, นพคุณ ทองมวล, และจินตนา สวัสดี. (2567). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารราชภัฏสุรินทร์วิชาการ, 1*(5), 33-48.

ศิริพร วงศ์คำ. (2565). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ และปิยพัทธ์ เปียกบุตร. (2564). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารวิชาการครูวิทยาลัยชุมชน, 2*(1), 15-28.

ศิวพร ประเสริฐสุข. (2550). *ผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2567). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2567*. สืบค้นจาก https://www.niets.or.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *รายงานผลการประเมิน PISA 2018: การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *รายงานสถานการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *การพัฒนาทักษะการโต้แย้งและมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2564). *รายงานผลการดำเนินงานและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). *แนวทางการวัดและประเมินผลเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *รายงานผลการวิเคราะห์แนวโน้มการศึกษาไทยในอนาคต*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พริกหวานกราฟฟิค.

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุคนธา ทองรักษ์. (2558). เทคนิคการใช้เกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียน. *วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษา, 10*(2), 55-66.

สุทธิกร กรมทอง. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับเทคนิคเกมมิฟิเคชันสำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวาปีปทุม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุทธิวรรณ พีรศักดิโสภณ. (2562). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2566). *ทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: จากแนวคิดสู่สมรรถนะ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิมล ติรกานันท์. (2557). *การสร้างเครื่องมือวัดตัวแปรในการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โสรัจจ์ หงศ์ลดารมภ์. (2553). *ปรัชญาวิทยาศาสตร์: แนวคิดและปัญหา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังคณา สายยศ. (2563). *หลักการวัดผลและสถิติทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

อรธิดา ประสาร. (2567). การนำแนวคิดการออกแบบเกมและกลไกของเกมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะในการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครู. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 25*(1), 123-140.

อารยา ปาละโชติ. (2551). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ที่สอดแทรกการอธิบายทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค Fading Scaffold เพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัรฮาวี เจ๊ะสะแม, นันทวัน นาคอร่าม, และสำราญ ผลดี. (2560). การพัฒนาต้นแบบเกมจำลองสถานที่ท่องเที่ยวโดยการใช้รูปแบบเกมมิฟิเคชัน: กรณีศึกษาเกมปุรณาวาสท่องเที่ยวพาเพลิน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 4*(2), 14-23.

ไอย์ลดา สมภาร (2565). การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษา, 43*(2), 45-58.

ไอย์ลดา สมภาร, เมษยะมาศ คงเสมา และจีระวรรณ เกษสิงห์. (2565). การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 13*(1), 121-137.

Bao, L., and Cai, T. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science, 323*(5914), 586-587.

Bloom, B. S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill.

Brand, J., Brooker, J., and Versvik, A. (2013). *Kahoot!*. Retrieved from https://kahoot.com/.

Buckley, P., and Doyle, E. (2016). Gamification and Student Motivation. *Interactive Learning Environments, 24*(6), 1162-1175.

Code Genius Academy. (2021). *Gamification: Educational Games to Enhance Fun and Effective Learning*. Retrieved from https://codegeniusacademy.com/gamification/.

Deese, R. (2014). *Gamification in Education: Enhancing Student Engagement and Critical Thinking*. Iowa: Kendall Hunt Publishing Company.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. In Lugmayr, A., Franssila, H., Safran, C., and Hammouda, I. (Eds), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). Finland: The Association for Computing Machinery, Inc.

Duschl, R. A., and Bybee, R. W. (2014). Planning and Carrying Out Investigations: Foundation for Inquiry-Based Science Teaching. *Science and Children, 51*(9), 10-13.

Fanetti, T. M. (2012). *The Effect of Problem-Solving Video Games on the Science Reasoning Skills of College Students* (Doctoral Dissertation). Saint Louis: University of Missouri-St. Louis.

Fonseca, J., Caviedes, S., Chantré, P., and Bernate, J. (2023). Application of Gamification and Game-Based Learning to Promote Collaborative Learning: A Systematic Review. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education, 13*(8), 1472-1487.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Gronlund, N. E. (1977). *Measurement and Evaluation in Teaching*. New York: Macmillan Publishing.

Hausman, D. M., McPherson, M. S., and Satz, D. (2010). *Economic Analysis, Moral Philosophy, and Public Policy* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.

Hopkins, C. D., and Antes, R. L. (1990). *Classroom Measurement and Evaluation* (3rd ed.). Illinois: Peacock Publishers.

Kamaluddin, K., Sani, N. K., Darmadi, I. W., and Nurgan, N. (2023). Analysis of Students Scientific Reasoning Ability and the Correlation to Students Cognitive Ability in Physics Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9*(11), 10173-10179.

Kaplan, A. M., and Haenlein, M. (2016). Higher Education and the Digital Revolution: About MOOCs, SPOCs, Social Media, and the Cookie Monster. *Business Horizons, 59*(4), 441-450.

Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Kapp, K. M., Blair, L., and Mesch, R. (2014). *The Gamification of Learning and Instruction.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Kuhn, D. (2005). Education for thinking. *Teachers College Record, 107*(1), 146-164.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Reasoning*. California: Wadsworth Publishing Company.

Lawson, A. E. (2005). *The Nature and Development of Scientific Reasoning*. Iowa: Kendall Hunt Publishing Company.

Lawson, A. E. (2009). Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery. *Journal of Research in Science Teaching, 46*(6), 577-603.

Lawson, A. E. (2009). Basic Inferential Processes in Scientific Reasoning, Argumentative Contexts, and Discovery. *Science Education, 93*(2), 336-364.

Lawson, A. E. (2007). The Development and Validation of a Classroom Test of Formal Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching, 15*(1), 11-24.

MacMeekin, M. (2017). *A 6-step Process for Gamifying Your Classroom*. Retrieved from https://www.teachthought.com/pedagogy-posts/gamifying-your-classroom/.

Marczewski, A. (2015). *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*. South Carolina: Create Space Independent Publishing Platform.

OECD. (2018). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2021). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. Paris: OECD Publishing.

Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science, 328*(5977), 463-466.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Reasoning: Elements of a Neglected Aspect of Science Education. *Exploring Topic in Science Education, 1*(1), 33-47.

Osterhaus, C., Lin, J., and Koerber, S. (2023). Scientific Reasoning in Early Childhood: A Comparison of German and Chinese Preschoolers. *Child Development*, *94*(4), 1046-1061.

Overholser, J. C. (1993). Elements of the Socratic Method: II. Inductive Reasoning. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training, 30*(1), 75-85.

Gupta, A., and Cheenath, D. J. (2015). *Quizizz: Free Gamified Quizzes for Every Subject*. Retrieved from https://quizizz.com/.

Sampson, V., Grooms, J., and Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education, 95*(2), 217–257.

Smiderle, R., Rigo, R. M., Marques, L. B., Peçanha, de Lima, J., and Jaques, P. A. (2020). The Impact of Gamification on Students' Learning, Engagement and Behavior Based on Their Personality Traits. *Scientific Reports, 10*(1), 10709.

Stewart, T., and Stewart, B. (2018). *Blooket: Gamified Learning Platform for Classroom Engagement*. Retrieved from https://www.blooket.com/.

Streckm, J. M. (2013). *Gamification and its Benefits in Learning and Organizational Contexts*. Retrieved from http://gamifier.com/gamification.

Su, C. H., and Cheng, C. H. (2015). A Mobile Gamification Learning System for Improving the Learning Motivation and Achievements. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*(3), 268-286.

Vaughan, B. K. (2013). *The Effects of Adductive Instructional Model on Scientific Reasoning of Elementary Students* (Doctoral Dissertation). Ohio: The Ohio State University.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Wehmeier, S. (2000). *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. Oxford: Oxford University Press.

Wirani, Y., Purba, R. A., Budiman, A., and Galgani, S. A. (2022). Evaluation of the Continuous Usage of Kahoot! as a Gamification-Based Learning Platform from the Perspective of Indonesian Students. *Procedia Computer Science, 197*, 545-552.

Yanto, D. T. P., Subali, B., and Suyanto, S. (2019). The Analysis of Scientific Reasoning Ability of High School Students on the Concept of Environment. *Journal of Physics: Conference Series, 1157*(2), 022013.

Zimbrick, J. (2013). *Is Gamification a Positive Learning Trend?*. Retrieved from http://www.coetail.com/jzimbrick/2013/12/01/is-gamification-a-positive-learning-trend/.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

รายแนวผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ว่าที่ รต.ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การวัดและประเมินผล) อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล
ผู้ช่วยศาสตราจารณ์ ดร.กานต์สิริ ปักเคธาติ	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาตรบัณฑิต) อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเคมี
นางสาวบัวพันธ์ ดงตะใน	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู (วิทยาศาสตร์ สาขาเคมี) ครูชำนาญการ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนผดุงนารี ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๒๘๔ วันที่ ๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ว่าที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ชุยกระเดื่อง

ด้วย นางสาวปนิดา เกียรติขจร รหัสนักศึกษา ๖๗๘๐๑๐๓๐๐๑๐๒ สาขาวิชาวิทยาศาสตร-ศึกษา ระดับปริญญาโท ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อยู่ระหว่างศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณวิไล ดอกไม้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้
- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล
- ☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๕๒๗๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานต์สิริ ปักเคธาติ

ด้วย นางสาวปนิดา เกียรติขจร รหัสนักศึกษา ๖๗๘๐๑๐๓๐๐๑๐๒ สาขาวิชาวิทยาศาสตร-ศึกษา ระดับปริญญาโท ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อยู่ระหว่างศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณวิไล ดอกไม้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

☐ ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้

☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๙๕ ๖๑๖ ๖๒๔๓



ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๕๒๗๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๓๐ มิถุนายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาวบัวพันธ์ ดงตะใน

ด้วย นางสาวปนิดา เกียรติขจร รหัสนักศึกษา ๖๗๘๐๑๐๓๐๐๑๐๒ สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ระดับปริญญาโท ภาคปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อยู่ระหว่างศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณวิไล ดอกไม้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยบรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาการวิจัย

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา

☑ ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้

☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านสถิติ การวัดและประเมินผล

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์ ๐๙๕ ๖๑๖ ๖๒๔๓

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 19

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม		รหัสวิชา ว30226
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2568
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 เคมีไฟฟ้า	เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	เวลาเรียน 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกส่วนประกอบและหลักการทำงานแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ และการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเลได้ (K)

2. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็งและแบตเตอรี่อากาศได้ (K)

3. สังเกต สำรวจค้นหา และให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของหลักการทำงานแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ และการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเลได้ได้ (P)

4. มีวินัย. ทำงานร่วมกัน และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ (A)

สาระสำคัญ

ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวันเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ เช่น ปฏิกิริยาการเผาไหม้ ปฏิกิริยาในเซลล์เคมีไฟฟ้า ซึ่งความรู้เรื่องเซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้า นำไปสู่นวัตกรรมด้านพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สาระการเรียนรู้

ความรู้

- หลักการทำงานแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ และการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล
- เซลล์เคมีไฟฟ้าและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ทักษะกระบวนการ

- การสังเกต
- การสำรวจค้นหา
- การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- ความมีวินัย
- การทำงานร่วมกัน
- ความรับผิดชอบต่อหน้าที่

กิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการสอนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด Gamification-Based Learning

ขั้นที่ 1 การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) (10 นาที)

1. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในสัปดาห์นี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า ซึ่งจะมีกิจกรรมทั้งกิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่ม โดยกิจกรรมกลุ่มจะใช้การแบ่งกลุ่มที่ครูแบ่งไว้ตั้งแต่ต้น

2. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่า เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า จะมีกิจกรรมทั้งหมด 2 กิจกรรม โดยจะมีคะแนนรวมทั้งหมด 100 คะแนน นักเรียนจะได้เลื่อนสถานะ (Level up) เมื่อมีคะแนนสะสมเกิน 30,50,70 และ 100 (รวมคะแนนจากกิจกรรมทั้งหมด) หรือสะสมแต้มนักวิทย์/แต้มกุญแจนำทาง ตามเงื่อนไขที่ได้แจ้ง โดยแต่ละกิจกรรมและภาระงานมีเงื่อนไข และคะแนนดังต่อไปนี้

2.1 เกมขุดทองเคมีไฟฟ้า (Gold Quest) เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า

2.2 กิจกรรมคำถาม เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า โดยที่นักเรียนที่ทำถูกทุกข้อ จะได้รับแต้มกุญแจนำทาง 1 ใบ และนักเรียนที่ทำถูกมากกว่า 5 ข้อขึ้นไปจะได้รับแต้มนักวิทย์ 1 ใบ

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ (Exploration) (40 นาที)

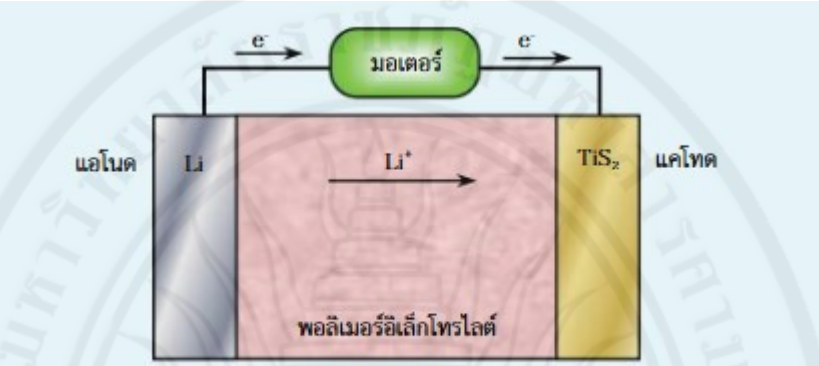
1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แต่ละกลุ่มศึกษา เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า ว่ามีเทคโนโลยีอะไรบ้างที่นักเรียนสามารถใช้กับการเรียนเคมีไฟฟ้า

2. จากนั้นครูให้ความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง แบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง ดังนี้

แบตเตอรีอิเล็กโทรไลต์ของแข็ง

แบตเตอรีอิเล็กโทรไลต์ของแข็งเป็นเซลล์สะสมไฟฟ้าที่ใช้อิเล็กโทรไลต์ที่มีลักษณะเป็นของแข็ง เช่น พอลิเมอร์อิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่นำไฟฟ้าได้และยอมให้ไอออนเคลื่อนที่ผ่านได้ดี

ตัวอย่างแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง เช่น แบตเตอรี่ที่ใช้โลหะลิเทียมเป็นแอโนดและไทเทเนียมไตซัลไฟด์เป็นแคโทด โดยมีพอลิเมอร์อิเล็กโทรไลต์เป็นอิเล็กโทรไลต์ ดังรูป



รูป ส่วนประกอบของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็งที่ใช้ TiS_2 เป็นแคโทด

โลหะลิเทียมให้อิเล็กตรอนแล้วกลายไปเป็น Li' ผ่านอิเล็กโทรไลต์แข็งไปยังแคโทดซึ่งมีTiS_2 ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนเกิดเป็น TIS_2 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

แอโนด : $Li\ (s) \longrightarrow Li^-$ (ในอิเล็กโทรไลต์แข็ง) + e^-

แคโทด : $TIS_2\ (s) + e^- \longrightarrow TIS_2\ (s)$

ปฏิกิริยารวม : $Li\ (s) + TiS_2\ (s) \longrightarrow Li^-$ (ในอิเล็กโทรไลต์แข็ง) + $TiS_2\ (s)$

เซลล์ชนิดนี้ให้อีเอ็มเอฟประมาณ 3 โวลต์ และเป็นเซลล์ทุติยภูมิ จึงสามารถประจุได้เช่นเดียวกับแบตเตอรี่ตะกั่ว ปัจจุบันมีการนำแบตเตอรี่ชนิดนี้ไปใช้กับรถยนต์ ซึ่งมีข้อดีคือไม่ต้องเติมน้ำกลั่น แต่ราคายังแพงเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ตะกั่ว

แบตเตอรี่อากาศ

ปัจจุบันนี้ในรถยนต์ไฟฟ้าจะเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ซึ่งเป็นเซลล์ทุติยภูมิ โดยแบตเตอรี่ในปัจจุบันยังคงมีน้ำหนักมากเมื่อเทียบกับพลังงานที่ให้ ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ายังมีขีดความสามารถที่จำกัด ดังนั้นจึงมีการพัฒนาแบบแบตเตอรี่ให้ได้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากหนึ่งหน่วยมวลของวัสดุที่ใช้ทำปฏิกิริยามีมากขึ้น แบตเตอรี่อากาศเป็นตัวอย่างหนึ่งของพัฒนาการที่ใช้ออกซิเจนในอากาศเป็นตัวออกซิไดส์ดังกล่าวและใช้โลหะ เช่น สังกะสีหรืออะลูมิเนียมเป็นตัวรีดิวซ์และอาจใช้สารละลาย NaOH เข้มข้นเป็นอิเล็กโทรไลต์

สำหรับแบตเตอรี่อะลูมิเนียม-อากาศที่ใช้โลหะอะลูมิเนียมเป็นแอโนด เมื่อต่อเซลล์โลหะอะลูมิเนียมจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ Al^{3+} ซึ่งรวมตัวกับ OH ในอิเล็กโทรไลต์เกิดเป็นไอออนเชิงซ้อน $[Al(OH)_4]$ ส่วนที่แคโทดซึ่งใช้แท่งคาร์บอนเป็นขั้วไฟฟ้าแก๊สออกซิเจนเกิดปฏิกิริยารีดักชันได้ OH ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์เป็นดังนี้

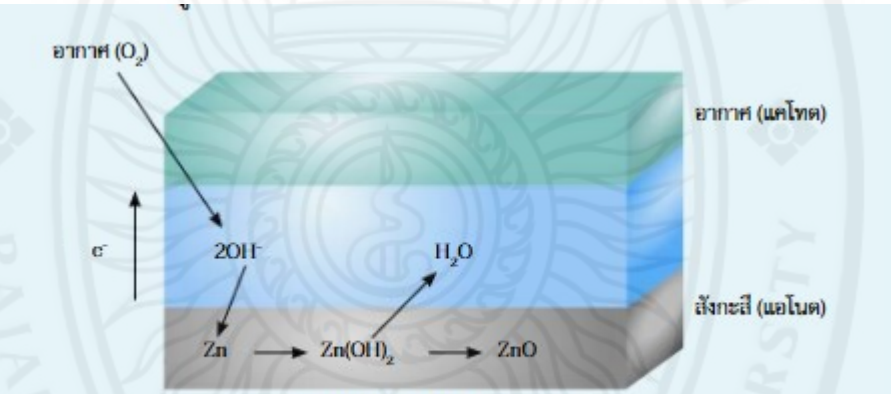
แอโนด : $4Al\ (s) + 16OH\ (aq) \longrightarrow 4[Al(OH)_4]\ (aq) + 12e^-$

แคโทด : $3O_2\ (g) + 6H_2O\ (l) + 12e^- \longrightarrow 12OH\ (aq)$

ปฏิกิริยารวม : $4Al\ (s) + 3O_2\ (g) + 6H_2O\ (l) + 4011\ (aq) \longrightarrow 4[Al(OH)_4]\ (aq)$

ในขณะใช้งาน $[A(OH)_4]$ ที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่จะเปลี่ยนไปเป็น $A(OH)_3$ เคลือบโลหะอะลูมิเนียม ดังนั้นหลังจากใช้งานในรถยนต์ได้ระยะทางประมาณ 200 กิโลเมตร ต้องมีการกำจัด $Al(OH)_3$ ซึ่งเป็นฉนวนไฟฟ้าออกไป

นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาแบตเตอรี่ขึ้นใหม่อีกรูปแบบหนึ่งคือแบตเตอรี่สังกะสีอากาศซึ่งมีแผนภาพดังรูป



รูป แบตเตอรี่สังกะสี – อากาศ

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในเซลล์เป็นดังนี้

แอโนด : $2Zn\ (s) \longrightarrow 2Zn^{2+}\ (aq) + 4e^-$

แคโทด : $O_2\ (g) + 2H_2O\ (l) + 4e^- \longrightarrow 4OH\ (ag)$

ปฏิกิริยารวม : $2Zn\ (s) + O_2\ (g) + 2H_2O\ (l) \longrightarrow 2Zn(OH)_2\ (aq)$

3. นักเรียนกลุ่มเดิมร่วมกันสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เรื่อง การทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล โดยครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต

4. ครูถามคำถามเซลล์กัลวานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลติกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร (แนวตอบ : เซลล์กัลป์วานิกนำมาทำเป็นแบตเตอรี่ที่เป็นหล่งกำเนิดไฟฟ้า

กระแสตรง นำหลักการเซลล์อิเล็กโทรไลติก มาใช้ในกระบวนแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะ การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ) (ได้แต้มสะสม 5 คะแนน)

5. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย “เพราะเหตุใดต้องมีการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล” (แนวตอบ : เนื่องจากน้ำทะเลมีอยู่ประมาณร้อยละ 72 ของพื้นที่โลก จึงพบส่วนที่เป็นน้ำจืดน้อย และน้ทะเลในมหาสมุทรมีเกลือละลายอยู่ร้อยละ 3.5 โดยมวล และความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นทุกปี จึงต้องทำการอิเล็กโทรไดอะลิซิส เพื่อเปลี่ยนน้ำเค็มให้เป็นน้ำจืด) (ได้แต้มสะสม 5 คะแนน)

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น และนำมาจัดทำเป็นโมเดลนำเสนอหลักการและวิธีการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล

7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน รวมถึงร่วมกันฝึกบทสนทนากับเพื่อนร่วมชั้นเรียน ฝึกฝนความรู้และทักษะ ผ่านการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายภายในเวลาที่กำหนดเพื่อรับค่าประสบการณ์

8. ระหว่างที่นักเรียนการศึกษาและภาระงาน ครูคอยให้แนะนำ ให้ความช่วยเหลือกระตุ้นการเรียนรู้ และสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน หากนักเรียนมีพฤติกรรมในทางบวกก็จะได้รับคะแนนสะสมเป็นคะแนน และหากนักเรียนมีพฤติกรรมในทางลบ คะแนนดังกล่าวก็จะถูกลดลง

ขั้นที่ 3 การปฏิบัติภารกิจ (Challenge) (50 นาที)

1. ครูอธิบายกติกา และแจ้งวิธีเล่นให้กับนักเรียนทราบ

กิจกรรมที่ 1 เกมขุดทอง (Gold Quest)

<u>วิธีเล่น</u> 1) ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าข้อคำถามมีทั้งหมด 50 ข้อ โดยนักเรียนจะต้องตอบคำถามผ่านเกมขุดทอง (Gold Quest)

2) ให้นักเรียนเข้าร่วมเกมด้วยรหัสเกม (Game ID) และแบ่งกลุ่มหรือเล่นเป็นรายบุคคลตามที่ครูกำหนด เมื่อเกมเริ่ม นักเรียนจะต้องตอบคำถามที่ปรากฏบนหน้าจอ

3) หากนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง จะได้รับสิทธิ์เปิดกล่องสมบัติ (Chest) เพื่อสุ่มรับรางวัล เช่น ได้ทองเพิ่ม ขโมยทองจากผู้เล่นอื่น สลับทอง หรือโบนัสพิเศษต่าง ๆ ซึ่งคะแนนจะคิดจากจำนวนทองที่สะสมได้ในเกม แต่ถ้าตอบผิด จะไม่ได้รางวัล และต้องไปข้อใหม่

4) ดำเนินการเล่นไปเรื่อย ๆ จนครบจำนวนข้อ หรือจนกว่าเวลาที่กำหนดจะสิ้นสุด โดยอันดับของผู้เล่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาตามจำนวนทองที่ได้รับหรือสูญเสียระหว่างเกม

5) ในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง จะไม่ได้รับสิทธิ์เปิดกล่องสมบัติ และต้องดำเนินการตอบคำถามในข้อถัดไปต่อไป ทั้งนี้ผู้ที่มีจำนวนทองสะสมมากที่สุดเมื่อจบเกม จะเป็นผู้ชนะการแข่งขัน

กิจกรรมในขั้นนี้สามารถวิเคราะห์ตามองค์ประกอบตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันได้ ดังนี้

1) คะแนนสะสม (Points) : ตอบคำถามถูกต้องจะได้คะแนนสะสมไปเรื่อย ๆ

2) เหรียญตราสัญลักษณ์ (Badges) : ตอบถูกทุกข้อจะได้รับคะแนนพิเศษ

3) ระดับขั้น (Level) : นักเรียนอาสาเป็นตัวแทนจะได้รับคะแนนพิเศษและหากข้อนั้นมีคนตอบถูกทั้งหมดจะได้รับคะแนนพิเศษคูณสอง

4) ตารางอันดับ (Leaderboard) : นักเรียนนับคะแนนกลุ่มรวม และสรุปลำดับคะแนนเมื่อจบเกม

5) ความท้าทาย (Challenges) : ตอบคำถามให้ถูกต้อง ภายใน 30 วินาที

ขั้นที่ 4 การประเมิน (Assessment) (30 นาที)

1. ครูประเมินความรู้ เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า โดยสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามระหว่างเรียน และการตอบคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1

2. ครูประเมินทักษะและกระบวนการสังเกต การสำรวจค้นหา และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนรายบุคคลระหว่างเรียน

3. ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ความมีวินัย.ทำงานร่วมกัน และมีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนรายบุคคลระหว่างเรียน

ขั้นที่ 5 การให้รางวัล (Rewards) (20 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม

2. ครูจะประกาศกระดานผู้นำ แสดงลำดับคะแนนสะสมและระดับขั้นให้นักเรียนทราบ ซึ่งคะแนนสะสมมาจากคะแนนทั้งหมดในระหว่างจัดกิจกรรม

3. จากนั้นครูจะให้รางวัลแก่นักเรียนที่มีคะแนนสูงสุด 3 อันดับแรก เพื่อเป็นกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

4. ครูให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับปัญหา อุปสรรคที่พบระหว่างการทำกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรมครั้งถัดไป

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ม.6 เล่ม 5
2. คู่มือครูรายวิชาเพิ่มเติม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ม.6 เล่ม 5
3. PowerPoint Canva เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เกมขุดทองเคมีไฟฟ้า (Gold Quest)

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือ/วิธีการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) - การบอกส่วนประกอบและหลักการทำงานแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ และการทำอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล - การเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็งและแบตเตอรี่อากาศ	- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า/ตรวจการตอบคำถามท้ายใบกิจกรรมที่ 1	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) - การสังเกตจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า - การสำรวจค้นหาจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า - การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า	- แบบประเมินทักษะและกระบวนการ /สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียนเป็นรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) - ความมีวินัย - การทำงานร่วมกัน - ความรับผิดชอบ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์/สังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์ระหว่างเรียนเป็นรายบุคคล	- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

บันทึกผลหลังสอน

1. ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรคที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวปนิดา เกียรติขจร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง ครูพี่เลี้ยง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของฝ่ายบริหาร

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการโรงเรียน

กลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30226 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนผดุงนารี

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ใบกิจกรรมที่ 1 (10 คะแนน)	แบบประเมินทักษะและกระบวนการ (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	คะแนนรวม (10)	คะแนนเก็บ (2)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

ลงชื่อ.....

(นางสาวปนิดา เกียรติขจร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินทักษะและกระบวนการ

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว30226 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนผดุงนารี

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน			คะแนนรวม (9)	ผลการประเมิน	
		การสังเกต (3)	การสำรวจค้นหา (3)	การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ลงชื่อ.....

(นางสาวปนิดา เกียรติขจร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การวัดและการประเมินผลด้านทักษะกระบวนการ

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
การสังเกต	นักเรียนสามารถสังเกตข้อมูลจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้าได้อย่างละเอียด ครบถ้วนและถูกต้อง เช่น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการชุบโลหะ การกัดกร่อน	นักเรียนสามารถสังเกตข้อมูลจากเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้าได้บางส่วน มีความถูกต้องพอสมควร แต่ยังไม่ละเอียดหรืออธิบายได้ไม่ครบถ้วน	นักเรียนได้ไม่ชัดเจน ขาดความถูกต้องหรือไม่สามารถอธิบายสิ่งที่สังเกตได้เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า
การสำรวจค้นหา	นักเรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือหลากหลาย และสามารถเลือกข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับเทคโนโลยีเคมีไฟฟ้ามาใช้อย่างเหมาะสม	นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั่วไปได้ แต่การเลือกใช้ข้อมูลอาจยังไม่เหมาะสมครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถสืบค้นหรือเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม หรือใช้แหล่งข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ - การระบุข้อมูลหรือหลักฐาน - การคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น - การสร้างข้อสรุป	- นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานเกี่ยวกับหลักการทำงานของแบตเตอรี่และอิเล็กโทรไดอะลิซิสได้อย่างครบถ้วนถูกต้อง - นักเรียนคาดคะเนผลของปฏิกิริยาหรือการทำงานของระบบไฟฟ้าเคมีได้ถูกต้องและมีเหตุผลรองรับจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ - นักเรียนสรุปแนวคิดหรือหลักการจากข้อมูล/ผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงกับสมการปฏิกิริยาได้อย่างมีเหตุผล	- นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานได้บางส่วนถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนหรือยังไม่สัมพันธ์กับสถานการณ์อย่างชัดเจน - นักเรียนคาดคะเนได้ถูกต้องบางส่วน แต่เหตุผลหรือข้อมูลสนับสนุนยังไม่ชัดเจน - นักเรียนสรุปได้บางส่วน หรือเชื่อมโยงสมการได้แต่ยังไม่ชัดเจน	- นักเรียนระบุข้อมูลหรือหลักฐานได้ไม่ถูกต้อง - นักเรียนคาดคะเนผิดพลาดหรือไม่มีเหตุผลรองรับที่ชัดเจน - นักเรียนสรุปไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเชื่อมโยงกับสมการปฏิกิริยาได้

เกณฑ์การให้คะแนน :

ระดับ 3	7-9 คะแนน	มีพฤติกรรม ดีมาก
ระดับ 2	4-6 คะแนน	มีพฤติกรรม ดี
ระดับ 1	1-3 คะแนน	มีพฤติกรรม พอใช้

เกณฑ์การประเมินผล :

นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว33226 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนผดุงนารี

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน			(9) คะแนนรวม	ผลการประเมิน	
		ความมีวินัย (3)	การทำงานร่วมกัน (3)	ความรับผิดชอบ (3)		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ลงชื่อ.....

(นางสาวปนิดา เกียรติขจร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การวัดและการประเมินผลด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
ความมีวินัย	นักเรียนมีความรับผิดชอบและความพยายามในการทำงานอย่างต่อเนื่อง ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค มุ่งมั่นให้ผลงานสำเร็จตามเป้าหมายภายในเวลาที่กำหนด	นักเรียนแสดงความพยายามและรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย แต่บางครั้งอาจขาดความต่อเนื่องหรือท้อถอยเมื่อต้องเผชิญปัญหา	นักเรียนขาดความพยายามหรือความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย หยุดทำงานหรือไม่พยายามแก้ไขปัญหาเมื่อพบอุปสรรค
การทำงานร่วมกัน	นักเรียนร่วมมือกับเพื่อนอย่างกระตือรือร้น แบ่งหน้าที่ ช่วยกันแก้ปัญหา และบรรลุเป้าหมายของกิจกรรมการทดลองได้สำเร็จ	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานกับเพื่อนบางครั้ง แต่ยังไม่ต่อเนื่อง หรือไม่เต็มที่	นักเรียนไม่ร่วมมือหรือแยกตัวจากกลุ่ม ไม่สนใจเป้าหมายของงานกลุ่ม
ความรับผิดชอบ	นักเรียนส่งงานหรือทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาและมีคุณภาพ	นักเรียนส่งงานหรือทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย แต่บางครั้งล่าช้า	นักเรียนไม่สามารถส่งงานหรือทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลา

เกณฑ์การให้คะแนน :

ระดับ 3	7-9 คะแนน	มีพฤติกรรม ดีมาก
ระดับ 2	4-6 คะแนน	มีพฤติกรรม ดี
ระดับ 1	1-3 คะแนน	มีพฤติกรรม พอใช้

เกณฑ์การประเมินผล :

นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินตั้งแต่ 2 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรมที่ 1 เกมขุดทองเคมีไฟฟ้า (Gold Quest)
เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการทำงานร่วมกัน และความสามรถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แหล่งเรียนรู้

1. เกมขุดทองเคมีไฟฟ้า (Gold Quest)
   https://play.blooket.com/host?id=68b7f48d1ff979ec93be5153

วิธีดำเนินกิจกรรม

1) ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าข้อคำถามมีทั้งหมด 50 ข้อ โดยนักเรียนจะต้องตอบคำถามผ่านเกมขุดทอง (Gold Quest)

2) ให้นักเรียนเข้าร่วมเกมด้วยรหัสเกม (Game ID) และแบ่งกลุ่มหรือเล่นเป็นรายบุคคลตามที่ครูกำหนด เมื่อเกมเริ่ม นักเรียนจะต้องตอบคำถามที่ปรากฏบนหน้าจอ

3) หากนักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง จะได้รับสิทธิ์เปิดกล่องสมบัติ (Chest) เพื่อสุ่มรับรางวัล เช่น ได้ทองเพิ่ม ขโมยทองจากผู้เล่นอื่น สลับทอง หรือโบนัสพิเศษต่าง ๆ ซึ่งคะแนนจะคิดจากจำนวนทองที่สะสมได้ในเกม แต่ถ้าตอบผิด จะไม่ได้รางวัล และต้องไปข้อใหม่

4) ดำเนินการเล่นไปเรื่อย ๆ จนครบจำนวนข้อ หรือจนกว่าเวลาที่กำหนดจะสิ้นสุด โดยอันดับของผู้เล่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาตามจำนวนทองที่ได้รับหรือสูญเสียระหว่างเกม

5) ในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง จะไม่ได้รับสิทธิ์เปิดกล่องสมบัติ และต้องดำเนินการตอบคำถามในข้อถัดไปต่อไป ทั้งนี้ผู้ที่มีจำนวนทองสะสมมากที่สุดเมื่อจบเกมจะเป็นผู้ชนะการแข่งขัน

ตัวอย่างคำถาม

1. ข้อใดเป็นอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี
2. ปฏิกิริยารีดอกซ์เกี่ยวข้องกับสิ่งใด
3. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้ามีจุดประสงค์สำคัญข้อใด
4. ข้อใดเป็นตัวอย่างของการกัดกร่อนของโลหะ
5. อุปกรณ์ใดในชีวิตประจำวันใช้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้า

ตัวกิจกรรมเกมขุดทอง



คำถามท้ายกิจกรรม

1. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้ามีประโยชน์ต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์อย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

.....

2. หากเกิดการกัดกร่อนของโลหะ จะส่งผลกระทบต่อการใช้งานวัสดุหรืออุปกรณ์อย่างไร

.....

3. เพราะเหตุใดแบตเตอรี่จึงสามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้

.....

.....

4. จงอธิบายหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่อากาศ พร้อมเขียนสมการเคมีที่เกี่ยวข้อง

.....

.....

5. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่อากาศชนิดสังกะสี-อากาศ พร้อมทั้งเขียนสมการรวมของปฏิกิริยา

.....

.....

เฉลยคำถามท้ายกิจกรรมที่ 1 เกมขุดทองเคมีไฟฟ้า (Gold Quest)
เรื่อง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเคมีไฟฟ้า

คำถามท้ายกิจกรรม

1. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้ามีประโยชน์ต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์อย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

แนวคำตอบ เพราะภายในแบตเตอรี่เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยสารหนึ่งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและปล่อยอิเล็กตรอน ขณะที่อีกสารเกิดปฏิกิริยารีดักชันและรับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนไหลผ่านวงจรภายนอกเกิดเป็นกระแสไฟฟ้า

2. หากเกิดการกัดกร่อนของโลหะ จะส่งผลกระทบต่อการใช้งานวัสดุหรืออุปกรณ์อย่างไร

แนวคำตอบ การชุบโลหะช่วยป้องกันการกัดกร่อน เพิ่มความสวยงาม และเพิ่มความทนทานของวัสดุ

3. เพราะเหตุใดแบตเตอรี่จึงสามารถเปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้

แนวคำตอบ ทำให้โลหะเสื่อมสภาพ ความแข็งแรงลดลง อายุการใช้งานสั้นลง และอาจเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือโครงสร้างต่าง ๆ

4. จงอธิบายหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่อากาศ พร้อมเขียนสมการเคมีที่เกี่ยวข้อง

แนวคำตอบ แบตเตอรี่อากาศเกิดกระแสไฟฟ้าจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน โดยสังกะสีที่แอโนดสูญเสียอิเล็กตรอน และออกซิเจนที่แคโทดรับอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนจะไหลผ่านวงจรภายนอกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

แอโนด $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

แคโทด $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

5. จงเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันที่เกิดขึ้นในแบตเตอรี่อากาศชนิดสังกะสี-อากาศ พร้อมทั้งเขียนสมการรวมของปฏิกิริยา

แนวคำตอบ แอโนด (ออกซิเดชัน) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

แคโทด (รีดักชัน) $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

สมการรวม $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีไฟฟ้า

รายวิชาเคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบกระบวนการในการสร้างข้อสรุป หลักฐาน และการอ้างเหตุผลขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่อง เคมีไฟฟ้า จากการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ซึ่งอาจเกิดจากการทดลอง การสืบเสาะหาความรู้ แล้วสรุปเป็นข้อความที่มีเหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รวมอยู่ด้วย

2. แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีจำนวนทั้งหมด 4 สถานการณ์ โดยรูปแบบของข้อสอบเป็นแบบเขียนตอบ มี 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น

ตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบตอนที่ 1

3. เกณฑ์การวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์วัดตามองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1)ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน 2)ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น และ3)ด้านการสร้างข้อสรุป

สถานการณ์ที่ 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำการทดลองโดยนำแผ่นเหล็กบริสุทธิ์มาแช่ในสารละลายทองแดง (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ที่มีความเข้มข้น 0.1 M หลังจากผ่านไป 30 นาที พบว่าสารละลายที่เริ่มต้นมีสีฟ้าใสเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน และบนผิวของแผ่นเหล็กมีสารสีน้ำตาลแดงเกาะติดอยู่ จากการศึกษาข้อมูล พบว่าค่าศักย์มาตรฐานของ Cu^{2+}/Cu = +0.34 V และ Fe^{2+}/Fe = -0.44 V นอกจากนี้ การวิเคราะห์สารที่เกาะบนแผ่นเหล็กด้วยเครื่องมือพิเศษ แสดงให้เห็นว่าเป็นโลหะทองแดงบริสุทธิ์ ส่วนการทดสอบไอออนในสารละลายพบไอออน Fe^{2+} เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

1.1 จงเขียนสมการเคมีที่สมดุลของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และระบุชนิดของปฏิกิริยานี้

.....

.....

.....

.....

1.2 จงระบุและอธิบายหลักฐานที่สังเกตได้จากการทดลอง และข้อมูลทางทฤษฎีที่สนับสนุนว่าเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ขึ้นจริง (ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

1.3 จงใช้ข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากข้อ 1.2 มาทำนายและอธิบายว่า หากนำแผ่นโลหะอื่น ๆ ที่มีค่าศักย์รีดักชันมาตรฐานแตกต่างกัน (ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น)

.....

.....

.....

.....

1.4 จงสรุปหลักการทั่วไปในการทำนายว่าปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่างโลหะกับไอออนโลหะจะเกิดขึ้นหรือไม่ โดยเชื่อมโยงหลักฐานจากการทดลองและข้อมูลทางทฤษฎีที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว (ด้านการสร้างข้อสรุป)

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาในชุมชน พบว่าน้ำประปามีสีเหลืองอ่อนและมีกลิ่นโลหะ เมื่อนำน้ำตัวอย่างไปวิเคราะห์ พบว่ามีไอออนเหล็ก (Fe^{2+}) ปนเปื้อนอยู่ในความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร นักเรียนจึงออกแบบการทดลองเพื่อกำจัดไอออนเหล็กออกจากน้ำ โดยใช้วิธีการออกซิเดชัน-รีดักชัน คือ นักเรียนเตรียมสารละลาย 3 ชนิด ได้แก่ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$), โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaClO), และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จากนั้นทำการทดลองโดยเติมสารแต่ละชนิดลงในน้ำตัวอย่างที่มี Fe^{2+} และผลการทดลองได้ ดังนี้

การทดลองที่ 1 เติม $KMnO_4$ ⟶ สีม่วงของ $KMnO_4$ หายไป เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง

การทดลองที่ 2 เติม NaClO ⟶ น้ำใสขึ้น เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดง

การทดลองที่ 3 เติม H_2O_2 ⟶ เกิดฟองก๊าซ เกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงเล็กน้อย

2.1 สารใดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัด Fe^{2+} ได้ดีที่สุด และเพราะเหตุใด และตะกอนสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นคือสารใด พร้อมเขียนสูตรเคมี

.....

.....

.....

.....

2.2 อธิบายความสำคัญของข้อมูลหรือหลักฐานที่ระบุในข้อ 2.1 ว่าข้อมูลแต่ละข้อสามารถนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ใดได้บ้าง (ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

2.3 จากหลักฐานที่ได้จากการทดลอง หากนำน้ำที่ผ่านการทดลองทั้ง 3 วิธีไปใช้ดื่ม คาดว่าจะเกิดผลกระทบใดต่อสุขภาพ (ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น)

.....

.....

.....

.....

2.4 แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปที่ได้กับหลักฐานจากการทดลองอย่างชัดเจน (ด้านการสร้างข้อสรุป)

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3. นางสาวมาลี สวยมาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการออกซิไดซ์ของโลหะ โดยนำแผ่นสังกะสี (Zn) แผ่นทองแดง (Cu) และแผ่นเงิน (Ag) แต่ละชิ้นมาแช่ในสารละลาย ดังนี้

แผ่นสังกะสีแช่ในสารละลาย $CuSO_4$ ⟶ พบว่าแผ่นสังกะสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง

แผ่นทองแดงแช่ในสารละลาย $AgNO_3$ ⟶ พบว่าแผ่นทองแดงเปลี่ยนเป็นสีเงิน

แผ่นเงินแช่ในสารละลาย $ZnSO_4$ ⟶ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ

จากการทดลองนี้ นางสาวมาลีต้องการทราบลำดับความสามารถในการออกซิไดซ์ของโลหะทั้งสามชนิด

3.1 จงเรียงลำดับความสามารถในการเป็นตัวออกซิไดซ์ของโลหะจากมากไปน้อยตามลำดับ

.....

.....

.....

.....

3.2 จงระบุข้อมูลหรือหลักฐานจากการทดลองที่สนับสนุนคำตอบของท่าน พร้อมเขียนสมการเคมีที่เกิดขึ้น (ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน)

.....

.....

.....

.....

3.3 จากข้อมูลที่ได้ จงอธิบายว่าจะเกิดอะไรขึ้นหากนำแผ่น Zn ไปแช่ในสารละลาย $AgNO_3$ และเหตุใดจึงเกิดเช่นนั้น (ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น)

.....

.....

.....

.....

3.4 จงสรุปลำดับความสามารถในการออกซิไดซ์ของโลหะทั้งสามชนิด โดยอธิบายความสัมพันธ์กับเลขออกซิเดชันและอนุกรมไฟฟ้าเคมี (ด้านการสร้างข้อสรุป)

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 ทำการทดลองโดยนำลวดทองแดงที่สะอาดจุ่มลงในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) ที่ความเข้มข้น 0.1 M หลังจากผ่านไป 30 นาที นักเรียนสังเกตเห็นว่าลวดทองแดงมีผลึกสีเงินปกคลุมอยู่ และสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้าอ่อน เมื่อนำลวดออกมาชั่งน้ำหนัก พบว่าลวดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จากนั้นนักเรียนได้ทำการทดสอบสารละลายด้วยกระดาษลิตมัส พบว่าค่า pH ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม นักเรียนจึงสงสัยว่าเกิดอะไรขึ้นในการทดลองนี้ และต้องการทราบว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาประเภทใด

(ค่าศักย์มาตรฐานของการรีดิวซ์ $E°(Ag^+/Ag) = +0.80$ V, $E°(Cu^{2+}/Cu) = +0.34$ V)

(สีของไอออน: Cu^{2+} = สีฟ้า, Ag^+ = ไม่มีสี)

4.1 ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาประเภทใด และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

4.2 ระบุหลักฐานจากการทดลองและข้อมูลทางเคมีไฟฟ้าที่สนับสนุนว่าเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (ด้านการระบุข้อมูลหรือหลักฐาน)

.....

.....

.....

4.3 จากหลักฐานที่ระบุในข้อ 4.2 ให้คาดการณ์ว่าหากใช้ลวดเงินแทนลวดทองแดงจะเกิดอะไรขึ้น พร้อมอธิบายเหตุผลโดยใช้ข้อมูลค่าศักย์มาตรฐาน (ด้านคาดคะเนและพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น)

.....

.....

.....

4.4 จากหลักฐานและการคาดการณ์ข้างต้น ให้สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับลักษณะของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และอธิบายว่าข้อสรุปนี้สอดคล้องกับหลักฐานอย่างไร (ด้านการสร้างข้อสรุป)

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง เคมีไฟฟ้า

รายวิชาเคมี 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ชื่อ.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 25 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที

ผลการเรียนรู้ 8. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

1. ข้อใดคือสาเหตุหลักของการเกิดการกัดกร่อนของโลหะ (ด้านความรู้-ความจำ)
   - ก. การสัมผัสกับออกซิเจนและน้ำ
   - ข. การปนเปื้อนของสารอินทรีย์บนพื้นผิวโลหะ
   - ค. การเสียดสีของโลหะกับพื้นผิวอื่น
   - ง. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว
2. สมการแสดงปฏิกิริยาการเกิดสนิมเหล็กที่ถูกต้องคือข้อใด (ด้านความรู้-ความจำ)
   - ก. $2Fe_2O_3\,(s) + 3C\,(s) \longrightarrow 4Fe\,(s) + 3CO_2\,(g)$
   - ข. $2Fe\,(s) + O\,(g) \longrightarrow 2FeO\,(s)$
   - ค. $4Fe\,(s) + 3O_2\,(g) + 6H_2O\,(l) \longrightarrow 4Fe(OH)_3\,(s)$
   - ง. $F\,(s) + H_2O\,(l) \longrightarrow FeO\,(s) + H_2\,(g)$

3. จากสถานการณ์ต่อไปนี้ ควรเลือกใช้วิธีการป้องกันการกัดกร่อนใดที่เหมาะสมที่สุด “ท่อส่งน้ำมันใต้ดินขนาดใหญ่” (ด้านความเข้าใจ)

ก. การใช้สารดูดความชื้น

ข. การทาสีเคลือบ

ค. การชุบสังกะสี

ง. การป้องกันแบบแคโทดิก

4. หากต้องการป้องกันเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตในโครงสร้างอาคารที่อยู่ใกล้ทะเล ควรใช้วิธีใดเพื่อลดการกัดกร่อนจากไอเกลือ (ด้านการนำไปใช้)

ก. การชุบโครเมียม

ข. การใช้เหล็กกล้าไร้สนิม

ค. การติดแผ่นแมกนีเซียมไว้ที่เหล็กเส้น

ง. การเคลือบด้วยพลาสติก

5. นางสาวมาลีต้องการใช้วิธีการชุบโลหะเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของชิ้นส่วนเหล็กที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม หากต้องการให้เหล็กมีความทนทานต่อการกัดกร่อนสูง ควรเลือกโลหะใดมาชุบ และใช้หลักการใด (ด้านการนำไปใช้)

ก. ชุบด้วยสังกะสี โดยใช้หลักการ Galvanization เพื่อให้สังกะสีทำหน้าที่เป็น Sacrificial anode

ข. ชุบด้วยทองแดง โดยใช้หลักการ Electroplating เพื่อให้ทองแดงทำหน้าที่เป็น Cathode

ค. ชุบด้วยอลูมิเนียม โดยใช้หลักการ Anodizing เพื่อให้อลูมิเนียมทำหน้าที่เป็น Anode

ง. ชุบด้วยนิกเกิล โดยใช้หลักการ Passivation เพื่อให้นิกเกิลทำหน้าที่เป็น Protective layer

6. จากการทดลองศึกษาการกัดกร่อนของเหล็กใน 3 สภาวะ ดังนี้ หลอดทดลอง A: ใส่เหล็กกับน้ำธรรมดา หลอดทดลอง B: ใส่เหล็กกับน้ำที่ต้มเพื่อไล่อากาศออก และหลอดทดลอง C: ใส่เหล็กกับน้ำเกลือ จงเรียงอันดับการกัดกร่อนจากมากไปน้อยคือข้อใด (ด้านการวิเคราะห์)

ก. A > B > C

ข. C > A > B

ค. B > A > C

ง. C > B > A

7. หากต้องการออกแบบระบบป้องกันการกัดกร่อนสำหรับเรือที่ใช้ในน้ำทะเล ควรเลือกวิธีใดบ้าง

1) ชุบโลหะด้วยสังกะสี

2) ติดตั้งแผ่นแมกนีเซียมเป็น sacrificial anode

3) ทาสีกันสนิมพิเศษ

4. ใช้กระแสไฟฟ้าป้องกัน (ด้านการวิเคราะห์)

ก. 1 และ 2 เท่านั้น

ข. 1, 2 และ 3 เท่านั้น

ค. 2, 3 และ 4 เท่านั้น

ง. 1, 2, 3 และ 4 ทั้งหมด

8. การใช้วิธีป้องกันการกัดกร่อนแบบใดที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบเชิงลบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด (ด้านการประเมินค่า)

ก. การออกแบบโครงสร้างที่ทนทานต่อการกัดกร่อนโดยไม่ใช้สารเคมีเพิ่มเติม

ข. การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าโดยใช้สารละลายที่เป็นพิษและมีการปล่อยของเสียที่ไม่ผ่านการบำบัด

ค. การทาสีเคลือบที่ปราศจากสารตะกั่ว

ง. การใช้การป้องกันแบบแคโทดิกด้วยขั้วแอโนดที่ไม่ละลายน้ำ

9. หลักการพื้นฐานของการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าคือข้อใด (ด้านความรู้-ความจำ)

1. การใช้ความร้อนทำให้โลหะหลอมเหลวแล้วเคลือบ
2. การพ่นสีเคลือบผิวโลหะ
3. การขัดเงาผิวโลหะให้มีความมันวาว
4. การใช้ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าในการเคลือบผิวโลหะ

10. ในการชุบเงินลงบนช้อนเหล็ก ขั้วไฟฟ้าใดต่อไปนี้จะเป็นแอโนด (ด้านความรู้-ความจำ)

ก. ช้อนเหล็ก

ข. แผ่นเงิน

ค. สารละลายเกลือเงิน

ง. แบตเตอรี่

11. เหตุใดการชุบโลหะจึงช่วยป้องกันการกัดกร่อนของโลหะได้ (ด้านความเข้าใจ)

ก. ทำให้โลหะแข็งแรงขึ้น

ข. ป้องกันไม่ให้โลหะสัมผัสกับอากาศและความชื้น

ค. เพิ่มความสวยงามของโลหะ

ง. ลดต้นทุนการผลิต

12. หากต้องการชุบเงินบนช้อนเหล็ก ควรจัดชุดอุปกรณ์ชุบโลหะด้วยไฟฟ้าอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

ก. ใช้ช้อนเหล็กเป็นแคโทดและแท่งเงินเป็นแอโนด จุ่มในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

ข. ใช้ช้อนเหล็กเป็นแอโนดและแท่งเงินเป็นแคโทด จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์

ค. ใช้ช้อนเหล็กเป็นแอโนดและแท่งเงินเป็นแคโทด จุ่มในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

ง. ใช้ช้อนเหล็กเป็นแคโทดและแท่งทองแดงเป็นแอโนด จุ่มในสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต

13. ในการทดลองศึกษาการป้องกันการกัดกร่อนของเหล็ก วิธีใดต่อไปนี้จะทำให้เหล็กกัดกร่อนช้าที่สุด (ด้านการนำไปใช้)

ก. แช่เหล็กในน้ำกลั่น

ข. แช่เหล็กในน้ำเกลือ

ค. แช่เหล็กในน้ำที่มีออกซิเจนสูง

ง. ทาเหล็กด้วยสารกันสนิม

14. หากต้องการเพิ่มความหนาของชั้นโลหะที่ชุบด้วยไฟฟ้าในเวลาที่กำหนด ควรเปลี่ยนแปลงปัจจัยใดในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า (ด้านการสังเคราะห์)

ก. เพิ่มกระแสไฟฟ้าที่ใช้

ข. ลดกระแสไฟฟ้าที่ใช้

ค. ลดความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ง. เปลี่ยนไปใช้ขั้วแอโนดที่ไม่ละลายน้ำ

15. บริษัทแห่งหนึ่งต้องการเลือกวิธีป้องกันการกัดกร่อนสำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง จากตัวเลือกต่อไปนี้ วิธีใดจะให้ผลดีที่สุดในระยะยาว (ด้านการประเมินค่า)

ก. การชุบสังกะสี - ราคาถูก แต่อายุการใช้งานสั้น

ข. การชุบโครเมียม - ราคาแพง แต่ทนทานและสวยงาม

ค. การทาสีกันสนิม - ราคาปานกลาง ต้องบำรุงรักษาบ่อย

ง. การใช้โลหะผสมสแตนเลส - ราคาแพงมาก แต่ไม่เป็นสนิม

16. กระบวนการอิเล็กโทรไลซิสคืออะไร (ด้านความรู้-ความจำ)

ก. การแยกสารประกอบด้วยความร้อน

ข. การแยกสารประกอบด้วยกระแสไฟฟ้า

ค. การรวมธาตุเข้าด้วยกันด้วยกระแสไฟฟ้า

ง. การละลายสารด้วยตัวทำละลาย

17. ข้อใดคือหลักการพื้นฐานของการแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า (ด้านความรู้-ความจำ)

ก. การใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อดึงดูดสาร

ข. การกรองสารด้วยเยื่อเลือกผ่าน

ค. การใช้ความร้อนสูงเพื่อแยกองค์ประกอบของสาร

ง. การใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าที่สารละลายหรือสารหลอมเหลว

18. ในการแยกโซเดียมคลอไรด์หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า (NaCl) ไอออนใดจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วแอโนด (Anode) (ด้านความเข้าใจ)

ก. คลอไรด์ไอออน

ข. ไฮโดรเจนไอออน

ค. ไฮดรอกไซด์ไอออน

ง. โซเดียมไอออน

19. หากต้องการผลิตแก๊สออกซิเจนจากการแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า ควรเก็บแก๊สที่ขั้วใด (ด้านการนำไปใช้)

ก. ขึ้นอยู่กับชนิดของอิเล็กโทรไลต์ที่เติม

ข. ได้ทั้งสองขั้วในปริมาณเท่ากัน

ค. ขั้วแคโทด (Cathode)

ง. ขั้วแอโนด (Anode)

ผลการเรียนรู้ 9. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

20.ส่วนประกอบหลักของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง (Solid-state battery) ประกอบด้วยอะไรบ้าง (ด้านความรู้-ความจำ)

ก. แคโทด แอโนด และอิเล็กโทรไลต์เหลว

ข. แคโทด แอโนด และอิเล็กโทรไลต์ของแข็ง

ค. เพียงแคโทดและแอโนดเท่านั้น

ง. แคโทด แอโนด และอิเล็กโทรไลต์แก๊ส

21. แบตเตอรี่อากาศ (Air battery) มีข้อดีเหนือแบตเตอรี่ทั่วไปอย่างไร (ด้านความเข้าใจ)

ก. ใช้ออกซิเจนจากอากาศเป็นแคโทด ทำให้มีความหนาแน่นของพลังงานสูง

ข. ไม่ต้องใช้สารเคมีใดๆ ในการทำงาน

ค. สามารถชาร์จได้เร็วกว่าแบตเตอรี่ทั่วไป

ง. ราคาถูกกว่าแบตเตอรี่ทั่วไป

22. พิจารณาสมการปฏิกิริยาในแบตเตอรี่โซเดียม-อากาศ

แอโนด: $Na \longrightarrow Na^+ + e^-$

แคโทด: $O_2 + 4e^- + 4Na^+ \longrightarrow 2Na_2O$

จากสมการดังกล่าว หากต้องการผลิตกระแสไฟฟ้า 2 แอมแปร์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะต้องใช้โซเดียมกี่กรัม (Na = 23 g/mol, F = 96,500 C/mol) (ด้านการนำไปใช้)

ก. 1.72 กรัม

ข. 3.44 กรัม

ค. 6.88 กรัม

ง. 13.76 กรัม

23. ในกระบวนการอิเล็กโทรไดอะลิซิสน้ำทะเล หากต้องการผลิตคลอรีนแก๊สเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อ ควรต่อขั้วไฟฟ้าอย่างไร (ด้านการวิเคราะห์)

ก. ขั้วบวกต่อกับแคโทด ขั้วลบต่อกับแอโนด

ข. ขั้วบวกต่อกับแอโนด ขั้วลบต่อกับแคโทด

ค. ต่อขั้วไฟฟ้าแบบขนานทั้งสองขั้ว

ง. ใช้กระแสไฟฟ้าสลับเท่านั้น

24. หากต้องการออกแบบระบบพลังงานสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่ต้องการพลังงานสูง น้ำหนักเบา และชาร์จเร็ว ควรเลือกใช้เทคโนโลยีใดและเพราะเหตุใด (ด้านการสังเคราะห์)

ก. แบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน เพราะเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาแล้วและมีประสิทธิภาพดี

ข. แบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง เพราะมีความปลอดภัยสูงและความหนาแน่นพลังงานสูง

ค. แบตเตอรี่อากาศ เพราะมีความหนาแน่นพลังงานสูงที่สุด

ง. การรวมแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็งกับระบบชาร์จเร็ว เพราะตอบโจทย์ทุกความต้องการ

25. เปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนและการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน แล้วประเมินว่าเทคโนโลยีใดดีกว่าและเพราะเหตุใด (ด้านการประเมินค่า)

ก. เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนดีกว่า เพราะผลิตเพียงน้ำเป็นผลพลอยได้

ข. ถ่านหินดีกว่า เพราะเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาแล้วและมีต้นทุนต่ำ

ค. ทั้งสองมีผลกระทบเท่าเทียมกัน เพราะต่างก็ต้องใช้พลังงานในการผลิต

ง. เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจนดีกว่า แต่ต้องพิจารณาแหล่งที่มาของไฮโดรเจนด้วย

ภาคผนวก ง

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

ตารางที่ ง.1 ค่าความเหมาะสม (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 16-19 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67
1.2 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ชัดเจน	4.67	4.67	4.67	4.67
1.3 ระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะ	4.33	4.33	4.67	4.67
1.4 สามารถวัดและประเมินผลได้	4.33	4.33	4.67	4.67
2. สาระสำคัญ				
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.33
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.33	4.33	4.33	4.00
2.3 กระชับ	4.33	4.33	4.33	4.00
2.4 มีความหมายชัดเจน เข้าใจง่ายกับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6)	4.33	4.33	4.33	4.00
3. สาระการเรียนรู้				
3.1 เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในหลักสูตร	4.67	4.33	4.33	4.00
3.2 สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	4.67	4.33	4.33	4.33
3.3 มีความถูกต้องชัดเจน	4.00	4.00	4.33	4.00
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.33	4.00	4.33	4.00
3.5 ความยากง่ายเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	4.00	4.00	4.00	4.00
4. กิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 ใช้หลักการของเกมมิฟิเคชันในกระบวนการจัดการเรียนรู้	4.00	4.00	4.00	4.00

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
4.2 ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจของนักเรียน	4.33	4.00	4.33	4.00
4.3 เพิ่มความสนุกสนานในห้องเรียน และการทำงานเป็นทีม ช่วยให้นักเรียน ได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนาน ท้าทาย	4.00	4.00	4.00	4.00
4.4 การกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้	4.00	4.00	4.00	4.00
4.5 สร้างแรงจูงใจให้เกิดความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้า ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ จดจำ เข้าใจ และนำไปใช้	4.00	4.00	4.00	4.33
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้				
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.00	4.67
5.2 เนื้อหามีความถูกต้องและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.33	4.00	4.33
5.3 กระตุ้นความสนใจของนักเรียน	4.33	4.33	4.00	4.00
5.4 มีความถูกต้องและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.33	4.33	4.33	4.00
5.5 กระตุ้นความสนใจของนักเรียน	4.33	4.33	4.00	4.33
6. การวัดและประเมิน				
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33
6.2 วัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.33	4.33	4.33	4.33
6.3 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33
6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความเหมาะสม	4.33	4.33	4.33	4.33

(ต่อ)

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
6.5 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย	4.33	4.33	4.33	4.33
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.32	4.27	4.28	4.20
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.12	0.20	0.24	0.26
แปลความหมาย	เหมาะสมมาก	เหมาะสมมาก	เหมาะสมมาก	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ ง.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เรื่อง เคมีไฟฟ้า จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า มีค่าความเหมาะสมของแผนอยู่ระหว่าง 4.20-4.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.12-0.26 แปลผลได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากทุกแผน

ตารางที่ ง.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1						
1.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
1.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
1.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2						
2.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
2.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3						
3.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
3.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 4						
4.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
4.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 5						
5.1	0	0	+1	1	0.30	ใช้ไม่ได้
5.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
สถานการณ์ที่ 6						
6.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
6.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6.3	+1	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
6.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 7						
7.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
7.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7.3	+1	0	+1	2	0.70	ใช้ได้
7.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 8						
8.1	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
8.2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8.3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8.4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ ง.2 พบว่า เมื่อนำแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความเหมาะสมของแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความเหมาะสมอยู่ที่ 0.67-1.00

ตารางที่ ง.3 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยาก (P) แบบทดวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (P)	สรุปผล
สถานการณ์ที่ 1			
1.1	0.50	0.75	ใช้ได้
1.2	0.65	0.43	ใช้ได้
1.3	0.70	0.65	ใช้ได้
1.4	0.70	0.65	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 2			
2.1	1.00	0.50	ใช้ได้
2.2	0.80	0.45	ใช้ได้
2.3	1.00	0.50	ใช้ได้
2.4	0.80	0.60	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 3			
3.1	0.10	0.95	ใช้ไม่ได้
3.2	0.90	1.05	ใช้ไม่ได้
3.3	1.00	0.50	ใช้ได้
3.4	0.00	0.00	ใช้ไม่ได้
สถานการณ์ที่ 4			
4.1	1.00	0.50	ใช้ได้
4.2	1.00	0.60	ใช้ได้
4.3	1.00	0.50	ใช้ได้
4.4	0.90	0.65	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 5			
5.1	0.90	0.55	ใช้ได้
5.2	0.00	0.00	ใช้ไม่ได้
5.3	0.20	1.00	ใช้ไม่ได้
5.4	0.90	0.55	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ง.3 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (P)	สรุปผล
สถานการณ์ที่ 6			
6.1	0.90	0.55	ใช้ได้
6.2	1.00	0.60	ใช้ได้
6.3	1.10	0.65	ใช้ไม่ได้
6.4	0.80	0.70	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 7			
7.1	1.00	0.50	ใช้ได้
7.2	0.50	0.75	ใช้ได้
7.3	0.80	0.70	ใช้ได้
7.4	0.90	0.65	ใช้ได้
สถานการณ์ที่ 8			
8.1	0.80	0.60	ใช้ได้
8.2	1.00	0.50	ใช้ได้
8.3	1.70	0.85	ใช้ไม่ได้
8.4	0.80	0.60	ใช้ได้

จากตารางที่ ง.3 สรุปได้ว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 8 สถานการณ์ มีค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.70 และค่าอำนาจจำแนก 0.00-1.05 จากนั้นจึงทำการคัดเลือกวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้จำนวน 8 สถานการณ์ ให้เหลือเพียง 4 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ที่ 1,สถานการณ์ที่ 2,สถานการณ์ที่ 4, และสถานการณ์ที่ 7 ซึ่งมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.75 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.50-1.00

ตารางที่ ง.4 ค่าเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับตามวิธีของ Cronbach's Alpha Coefficient Method ของวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่	S_i^2
1	0.58
2	1.29
3	0.92
4	0.60
$\sum S_i^2$	3.64
k	16
S_t^2	25.08
α	0.92

หาค่าความเชื่อมั่นตามวิธี Cronbach's Alpha Coefficient Method

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right]$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

แทนค่าในสูตร

$$\alpha = \left[\frac{16}{16-1}\right]\left[1-\frac{3.64}{25.08}\right]$$

$$\alpha = 0.92$$

สรุปได้ว่า แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

ตารางที่ ง.5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
1	0	+1	+1	2	1.00	ใช้ได้
2	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
3	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	0	+1	2	0.70	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	0	+1	+1	2	0.70	ใช้ได้
12	+1	0	+1	2	0.7	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	0	0	+1	1	0.30	ใช้ไม่ได้
15	+1	0	+1	2	0.70	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.0	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ง.5 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	1	2	3			
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ ง.5 พบว่า เมื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.70-1.00

ตารางที่ ง.6 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความยาก (P) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (P)	สรุปผล
1	0.20	0.78	ใช้ได้
2	0.70	0.84	ใช้ไม่ได้
3	0.50	0.78	ใช้ได้
4	0.70	0.51	ใช้ได้
5	0.60	0.68	ใช้ได้
6	0.40	0.78	ใช้ได้
7	0.50	0.68	ใช้ได้
8	0.20	0.92	ใช้ไม่ได้
9	0.60	0.86	ใช้ไม่ได้
10	0.80	0.76	ใช้ได้
11	0.30	0.78	ใช้ได้
12	0.80	0.65	ใช้ได้
13	0.60	0.78	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ง.6 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (P)	สรุปผล
14	0.90	0.73	ใช้ได้
15	0.80	0.76	ใช้ได้
16	0.60	0.76	ใช้ได้
17	0.60	0.73	ใช้ได้
18	0.10	0.97	ใช้ไม่ได้
19	0.50	0.76	ใช้ได้
20	0.70	0.76	ใช้ได้
21	0.70	0.76	ใช้ได้
22	0.60	0.73	ใช้ได้
23	0.70	0.78	ใช้ได้
24	0.60	0.68	ใช้ได้
25	0.40	0.92	ใช้ไม่ได้
26	0.30	0.78	ใช้ได้
27	0.50	0.76	ใช้ได้
28	0.70	0.78	ใช้ได้
29	0.70	0.65	ใช้ได้
30	0.80	0.57	ใช้ได้

จากตารางที่ ง.6 สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ มีค่าอำนาจจำแนก 0.10-0.90 และค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.51-0.97 ซึ่งพบว่ามีจำนวน 5 ข้อ ที่คุณภาพไม่เหมาะสมตามเกณฑ์ จำเป็นต้องตัดทิ้ง จากนั้นจึงทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.90 และค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.51-0.78

ตารางที่ ง.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 25 ข้อ

ข้อที่	x_i	x_i^2	$x_i - C$	$\sum(x_i - C)^2$
1	22	484	4.50	20.25
2	16	256	-1.50	2.25
3	19	361	1.50	2.25
4	21	441	3.50	12.25
5	13	169	-4.50	20.25
6	17	289	-0.50	0.25
7	19	361	1.50	2.25
8	17	289	-0.50	0.25
9	20	400	2.50	6.25
10	21	441	3.50	12.25
11	27	729	9.50	90.25
12	28	784	10.50	110.25
13	25	625	7.50	56.25
14	23	529	5.50	30.25
15	19	361	1.50	2.25
16	18	324	0.50	0.25
17	20	400	2.50	6.25
18	26	676	8.50	72.25
19	12	144	-5.50	30.25
20	20	400	2.50	6.25
21	15	225	-2.50	6.25
22	9	81	-8.50	72.25
23	19	361	1.50	2.25
24	21	441	3.50	12.25
25	18	324	0.50	0.25
รวม	485	9895	47.50	576.25

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธี Lovett

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

เมื่อ r_{cc} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k แทน จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบร้อยละ 70

x_i แทน คะแนนของแต่ละข้อ

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = \frac{25(485) - (9895)}{(25-1)(576.25)}$$

$$r_{cc} = 0.84$$

สรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ปนิดา เกียรติขจร และพรรณวิไล ดอกไม้. (2569). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 20*(2), พฤษภาคม-สิงหาคม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวปนิดา เกียรติขจร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2565 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2569 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม