

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นางสาวขวัญสุดา คำควร

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2567

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นางสาวขวัญสุดา คำควร

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2567

สงวนสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวขวัญสุดา คำควร แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....
(อาจารย์อนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษกนก ดวงชาทม)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย : นางสาวขวัญสุดา คำควร
ปริญญา : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรศึกษา)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง
ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ได้มาโดยวิธีการเลือกการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน รวม 12 ชั่วโมง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.52-4.67, S =0.45-0.58) 2) แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชนิดปรนัยแบบกำหนดสถานการณ์ แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 สถานการณ์ 15 ข้อ ที่มีค่าความเที่ยงตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34-0.67 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.85 และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดปรนัย แบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 ค่าความยากตั้งแต่ 0.36-0.74 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.63 ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.90 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานใช้ One Sample t-test และ Dependent Sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส มีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title	:	Problem-Based Learning (PBL) to Promote Scientific Problem Solving and Learning Achievement on Titration and Benefit of Acid-Base of Mathayomsuksa 5 Students
Author	:	Miss Khwansuda Khamkhuan
Degree	:	Master of Education (Education Science) Rajabhat Maha Sarakham University
Advisors	:	Dr. Natchanok Jansawang
Year	:	2024

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to compare Scientific Problem Solving of Mathayomsuksa 5 students before and after Problem-based Learning and 2) to compare learning achievements on Titration and the Benefits of Acids-Bases of Mathayomsuksa 5 students after the Problem-Based Learning with the criteria of 70 percent. The sample group consisted of forty-one Mathayomsuksa 5 students in the second semester of the academic year 2023, from Cluster Random Sampling. The research tools included: 1) six Problem-based Learning Activity Plans on Titration and Benefits of Acids-Bases to promote Scientific Problem Solving for Mathayomsuksa 5 students, totaling 12 hours with quality at the most appropriate level ($\overline{X}$ =4.52-4.67, S =0.45-0.58), 2) the four multiple choices Scientific Problem Solving Test, 3 situations, 15 items with Index of Item Objective Congruence (IOC) ranging from 0.67 to 1.00, discriminatory power ranging from 0.34 to 0.67 and reliability of 0.85 and 3) the four multiple choices Academic Achievement Test, 25 items with Index of Item Objective Congruence (IOC) ranging from 0.67 to 1.00, difficulty ranging from 0.36 to 0.74, discriminatory power ranging from 0.22 to 0.63 and reliability of 0.90. The data analysis statistics included mean, standard deviation and percentage. The t-test for Dependent Sample t–test and One Sample t-test were used for hypotheses testing.

The results of the research found that: 1) Mathayomsuksa 5 students in Problem-Based Learning on Titration and Benefits of Acids-Bases had Scientific Problem Solving after the learning higher than before learning at the .05 level of significance and

2) Mathayomsuksa 5 students in Problem-Based Learning had academic achievement on Titration and the Benefits of Acids-Bases statistically higher than the criteria of 70 percent at the .05 level of significance.

Keywords: Problem-Based Learning, Scientific Problem Solving, Learning Achievement

Natchanole J.

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำแนะ ให้แนวคิด ให้กำลังใจ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคจร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วรคำ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ดอกไม้ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนตรวจข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณครู โกศล สีสังข์ ครูพี่เลี้ยง ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะคุณครูและนักเรียนโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้อง และเพื่อนในสาขาวิทยาศาสตรศึกษา ทุกท่านที่เป็นกำลังใจเสมอมาและเป็นแรงสนับสนุนให้เกิดความพยายามในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จนสำเร็จ

ท้ายสุดนี้คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอเป็นเครื่องบูชาแก่ บิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยให้ประสบความสำเร็จและดลบันดาลให้พบแต่ความสุขตลอดไป

นางสาวขวัญสุดา คำควร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต วิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญยิ่งเพราะวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน ซึ่งทุกอย่างรอบตัวนั้นล้วนเป็นผลของความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ต้องเปลี่ยนแปลงทัศนะ (Perspectives) จากกระบวนทัศน์แบบดั้งเดิม (Tradition Paradigm) ไปสู่กระบวนทัศน์ใหม่ (New Paradigm) ที่ถือเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการเป็นนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่ท้าทายในการที่จะพัฒนาการเรียน เพื่ออนาคตให้นักเรียนมีทักษะทัศนคติ ค่านิยม และบุคลิกภาพส่วนบุคคล เพื่อเผชิญกับอนาคตด้วยภาพในทางบวก (Optimism) ที่มีทั้งความสำเร็จและมีความสุข การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้าม “สาระวิชา” ไปสู่การเรียนรู้ “ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21” (21^{st} Century Skills) ซึ่งครูจะเป็นแต่เพียงผู้สอนไม่ได้ แต่ต้องให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะออกแบบการเรียนรู้ฝึกฝนให้ตนเองเป็นโค้ช (Coach) และอำนวยความสะดวก (Facilitator) (สุทัศน์ สังคะพันธ์, 2557) ฉะนั้น นักเรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนา ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขอีกทั้งมีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและมีคุณภาพได้มาตรฐานสากล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกคิดฝึกปฏิบัติฝึกแก้ปัญหาให้มีทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในสังคมโลก ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นการให้นักเรียนได้รับรู้กระบวนการคิดแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์นักเรียนทุกคนจึงควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจในสิ่งรอบตัว มีความมุ่งมั่นตั้งใจและมีความสุขที่จะค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามและสามารถสื่อสารสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจได้มากที่สุด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการดำรงชีวิตมนุษย์ในสังคมจะต้องใช้การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา หากนักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ มีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ นอกจากนั้น การคิดแก้ปัญหา

ทางวิทยาศาสตร์มิใช่เป็นเพียงการรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมอง แต่ยังมุ่งพัฒนาสติปัญญา ให้มีกระบวนการคิดที่มีเหตุมีผล สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองและมีความคิดวิเคราะห์คิดสร้างสรรค์ได้อีกด้วย (พิมพ์พร ภิญโญ, 2565)

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาในระดับสูง ใช้แก้ปัญหาที่มีความยากและสลับซับซ้อนได้ผลที่สุด และถือเป็นความสามารถที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจมากขึ้น ทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนนำวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552) โดยการพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะต้องพัฒนาด้วยรูปแบบการสอนที่มีความถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปัญหาที่พบมุ่งเน้นเนื้อหาวิชาและการท่องจำมากกว่าพัฒนาการสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2543) และนักเรียนไทยยังขาดทักษะกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ประเทศไทยต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556) จากการสังเกตการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่มีความแตกต่างกัน และนักเรียนคิดว่าเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างยาก ทำให้ความสนใจและความสามารถในการรับรู้จึงแตกต่างกันด้วย และจากการที่ผู้วิจัยได้ทดลองสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีการใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ยังไม่ค่อยเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ไม่สามารถระบุปัญหาตั้งสมมติฐาน ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา ไม่สามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา และไม่สามารถคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ ซึ่งพิจารณาจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเริ่มทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเองจะต้องรอเพื่อนหรือครูผู้สอนให้คำแนะนำก่อนลงมือทำแบบฝึกหัด และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ไม่สามารถอธิบายแนวคิดหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ ได้ ผู้วิจัยจึงสรุปปัญหาเบื้องต้นไว้ว่านักเรียนขาดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้จากการเรียนรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานผลการทดสอบความสามารถของนักเรียนไทยระดับนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ที่ทดสอบความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางวิทยาศาสตร์ที่มีความท้าทายหรือเป็นปัญหาที่พบเจอในโลกชีวิตจริงของนักเรียน ซึ่งผลการทดสอบ

ในปี ค.ศ. 2022 พบว่า นักเรียนไทยทำคะแนนด้านวิทยาศาสตร์ได้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD โดยค่าเฉลี่ย OECD คะแนนด้านวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 485 คะแนน ส่วนนักเรียนไทยทำคะแนนเฉลี่ยได้เพียง 409 คะแนนเท่านั้น ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD อยู่ที่ 76 คะแนน โดยผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ในการทดสอบ PISA นี้ สะท้อนถึงกระบวนการเรียนการสอนของแต่ละประเทศ ซึ่งผลประเมิน PISA ของไทยที่อยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาโดยตลอด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยส่วนมากยังอยู่ในระดับต่ำ จะเห็นได้จากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ทั่วประเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2564 และ 2565 มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนอยู่ที่ 28.65 และ 28.08 จึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนของไทยในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 จะเห็นได้จากคะแนนในปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40.93 ฝ่ายวิชาการโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์, 2567 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการเรียนการสอนของไทยไม่ได้เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดแก้ปัญหาได้ แต่เป็นการฝึกให้นักเรียนท่องจำและสอนตามเนื้อหาบทเรียนเป็นหลัก ไม่ได้สอนให้นักเรียนเข้าใจหลักการของเรื่องนั้น ๆ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มา ไปบูรณาการปรับใช้ในสถานการณ์หรือชีวิตประจำวันได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) และผู้สอนส่วนใหญ่ยังใช้การจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ไม่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (ภาษกร แจ่มหม้อ และคณะ, 2559) ซึ่งส่งผลต่อการเรียนที่ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังไม่เป็นที่น่าพอใจ (พรทิพย์ สังเกตุ, 2564) ดังนั้นการพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพของนักเรียน การจัดรูปแบบการเรียนรู้ของครูผู้สอน ควรเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและสามารถบูรณาการความรู้และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยมหรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผ่านกระบวนการสร้างความรู้ซึ่งเกิดจากที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับประสบการณ์ใหม่ และได้ทำการปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่พบ (Hmelo and Everson, 2000) โดยมีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ 6) นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่ม

รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550) ซึ่งการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นการบูรณาการ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และได้เผชิญกับปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความหมายสำคัญช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง (Hmelo and Evenson, 2000) และจากการศึกษางานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (นันทนา ฐานวิเศษ และวาสนา กีรติจำเริญ, 2561; สุดารัตน์ สันจรรัตน์ และ ดุจเดือน ไชยพิชิต, 2564) และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ปัณฑารีย์ ถาวรศักดิ์, 2566)

จากหลักการและเหตุผลดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในการเรียนรู้ในรูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน และเมื่อมีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งมีความเข้าใจถูกต้อง นักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นและเป็นแนวทางในการสอนสำหรับครูในการนำไปปรับปรุงเพื่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 376 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.2 ตัวแปร

1.4.2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.4.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด พุทธศักราช 2560) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย การไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน รวมระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 12 ชั่วโมง

1.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

1.4.4.1 ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในทดลอง 12 ชั่วโมง

1.4.5 สถานที่

1.4.5.1 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษากาฬสินธุ์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นโดยการใช้ปัญหาการสอบถามเพื่อให้นักเรียนต้องแก้ปัญหา โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

อย่างแท้จริง เนื่องจากความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้เกิดขึ้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนเป็นผู้วางแผนการสืบเสาะหาความรู้ และปฏิบัติงานตามแผนที่ตนเองวางไว้ และนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลงานของตนเอง มีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้านั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

6. นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การประยุกต์ใช้ความรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาบรรลุผล จุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ ซึ่งวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์ชนิดปรนัย จำนวน 15 ข้อ โดยแนวทางวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุปัญหา หมายถึง การกำหนดสาเหตุของปัญหาและสรุปขอบเขตของปัญหา

2. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การตั้งสมมติฐานหรือการคิดคำตอบล่วงหน้าเป็นกระบวนการคาดคะเนคำตอบ

3. การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ แยกแยะ ว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

4. วิธีการแก้ไขปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

5. การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ หมายถึง การอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถและความสำเร็จ ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้มาจากผลการตรวจสอบพฤติกรรมแสดงออกด้านพุทธิพิสัย วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ที่ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึง การระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมาขถึง ความสามารถจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน หรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎ มโนทัศน์หลักสำคัญวิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้ สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบไปด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร และตัดสินใจว่าในแต่ละส่วนนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ในรูปแบบใด

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถที่ตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ได้แนวทางการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

1.6.2 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาอื่น ๆ

1.6.3 นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิสัยทัศน์หลักสูตร หลักการของหลักสูตร สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพของนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.1.1 วิสัยทัศน์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติในมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2.1.2 หลักการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กล่าวถึง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการสำคัญ ดังนี้

2.1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

2.1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

2.1.3.1 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.3.2 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.3.3 สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.3.4 สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.1.4 สาระเคมี

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดสาระเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

2.1.4.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.4.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.1.4.3. เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

2.1.5 คุณภาพของนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดคุณภาพของนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนี้

2.1.5.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์กลไกการรักษาดุลยภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

2.1.5.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลกการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.1.5.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

2.1.5.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

2.1.5.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.5.6 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

2.1.5.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

2.1.5.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสีอุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2.1.5.9 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.5.10 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษา

ค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

2.1.5.11 วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

2.1.5.12 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

2.1.5.13 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.5.14 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.5.15 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.5.16 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.5.17 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์

หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากรเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

2.1.5.18 ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคมวัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

2.1.6 คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว32224 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ระบุว่า และอธิบายกรด-เบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี คำนวณและเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส ค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน ความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ ความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ ทดลอง หลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส ปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต สมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ สืบค้นข้อมูล การใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส เลขออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดส์ ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์ ความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ สมการแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์ การดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา องค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า สมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์ ค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์ ประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น หลักการทำงาน สมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ ชุบโลหะ แยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า หลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ

ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการวัดทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการทำงานเป็นทีม มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความรอบคอบ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.1.7 ผลการเรียนรู้ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กำหนดผลการเรียนรู้ ดังนี้

2.1.7.1 ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส

2.1.7.2 ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

2.1.7.3 คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส

2.1.7.4 คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส

2.1.7.5 เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน

2.1.7.6 เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ

2.1.7.7 ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส

2.1.7.8 คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต

2.1.7.9 อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์

2.1.7.10 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส

2.1.7.11 คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์

2.1.7.12 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์

2.1.7.13 ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์

2.1.7.14 ดุลสมการรีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา

2.1.6.15 ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์

2.1.7.16 คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าและปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

2.1.7.17 อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ

2.1.7.18 ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ

2.1.7.19 สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิสัยทัศน์ หลักสูตร หลักการของหลักสูตร สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพของนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว32224 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง กรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

ตารางที่ 2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ เวลาเรียน น้ำหนักคะแนน หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง กรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง กรด-เบส			27	25
ผ. 1 ทฤษฎีกรด-เบส	1. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส	- ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส - ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี - ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอิส	2	2
ผ. 2 ระบุคู่กรด-เบสของสาร	2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี	- สารคู่กรด-เบสของสาร - ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี	1	2
ผ. 3 การแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส	3. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส	- ความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส	2	3
ผ.4 ค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออน	4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	- ค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือ ไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	2	2
ผ.5 ค่า pH ความเข้มข้นของหรือไฮดรอกไซด์ไอออน			1	1

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้		ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง กรด-เบส				27	25
	ผ.6 สมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน	5. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน	- การเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน	2	2
	ผ.7 ระบุความเป็นกรด-เบสสารละลายหลังการสะเทิน		- การระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน	1	1
	ผ.8 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ	6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือและระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	- การเขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ	2	1
	ผ.9 ระบุความเป็นกรด-เบส		- การระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ	2	1
	ผ.10 หลักการการไทเทรต	7. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรต และเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส	- หลักการการไทเทรต	3	3
	ผ.11 การเลือกใช้อินดิเคเตอร์		- การเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม	2	1
	ผ.12 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบส	8. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต	- การคำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต	3	2

(ต่อ)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง กรด-เบส			27	25
ผ.13 สมบัติ และองค์ประกอบสารละลายบัฟเฟอร์	9. อธิบายสมบัติองค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	- สมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ - องค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์	1	1
ผ.14 ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์		-ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	2	1
ผ.15 ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	10. สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	-การใช้ประโยชน์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	1	2

จากโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยทำการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส จำนวน 6 แผน รวม 12 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากคำภาษาอังกฤษ คือ Problem-Based Learning (PBL) เมื่อใช้ในภาษาไทยมีผู้ให้ความหมายที่แตกต่างกัน เช่น การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ แต่ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้ให้ความหมายว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหา โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนานักเรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ไขปัญหาอย่างมีความหมายต่อนักเรียน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) กล่าวไว้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง เนื่องจากความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้เกิดขึ้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนเป็นผู้วางแผนการสืบเสาะหาความรู้ และปฏิบัติงานตามแผนที่ตนเองวางไว้ และนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลงานของตนเอง

Barrows and Tamblyn (1980) ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา โดยทีปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะและการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผล อีกทั้งต้องทำการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงปัญหาและนำไปสู่การแก้ไขที่เหมาะสม

Gallagher (1997) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหา โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนา

นักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา และพัฒนานักเรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยชี้นำตนเองได้

Barell (1998) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้อยากเห็น ข้อสงสัย และความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจนหรือมีข้อสงสัย สามารถตอบคำถามได้หลายคำตอบ

Allen and Duch (1998) ให้ความหมายไว้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นโดยการใช้ปัญหาการสอบถามเพื่อให้นักเรียนต้องแก้ปัญหา โดยที่นักเรียนต้องระบุและค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักการที่จะนำมาเพื่อทำการแก้ไขปัญหา ต้องทำงานเป็นทีม และเสริมสร้างทักษะของการติดต่อสื่อสารการบูรณาการความรู้คล้ายกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นโดยการใช้ปัญหาการสอบถามเพื่อให้นักเรียนต้องแก้ปัญหา โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อผู้เรียน ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง เนื่องจากความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้เกิดขึ้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนเป็นผู้วางแผนการสืบเสาะหาความรู้ และปฏิบัติงานตามแผนที่ตนเองวางไว้ และนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลงานของตนเอง

2.2.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้จากปัญหานั้นเป็นเงื่อนไขของการดำรงชีวิตของมนุษย์ และเกิดความพยายามเพื่อต้องการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดการเรียนรู้และประสบการณ์จนนำไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต จึงทำให้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยการใช้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อมาแก้ไขปัญหาได้มีนักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

รัชนีกร หงส์พนัส (2547) กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปนั้น การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดบนพื้นฐานของทฤษฎีจิตวิทยา พุทธิปัญญานิยม (Cognitive Psychology) ที่เป็นการเรียนรู้โดยเน้นการใช้กระบวนการคิด ความเข้าใจ การรับรู้สิ่งเร้าที่มากระตุ้นผสมผสานกับประสบการณ์เดิมในอดีต ทำให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผสมผสานระหว่างประสบการณ์ปัจจุบันกับประสบการณ์ในอดีต โดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาเข้ามามีอิทธิพลในการเรียนรู้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2548) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ. 1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Science) ของ McMaster University ประเทศแคนนาดา โดยเริ่มกับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด หลังจากนั้นได้ขยายไปสู่มหาวิทยาลัยหลายแห่ง ส่วนใหญ่นำไปใช้กับหลักสูตรของนักศึกษาแพทย์ เนื่องจากผู้เรียนสาขาแพทย์นั้นต้องใช้ทักษะวิเคราะห์ปัญหาทางการรักษาสูง ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 การจัดการเรียนรู้แบบนี้ได้ขยายไปสู่สาขาอื่น ๆ เช่น สาขาวิทยาศาสตร์และสัมคมศาสตร์ และได้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรสาขาต่าง ๆ อีกด้วย

Delisle (1997) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของ John B. Dewey ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบก้าวหน้า (Progressive Education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนานักเรียนในทุก ๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจ ความถนัด และความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของนักเรียน เน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ นักเรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเท่านั้น

Hmelo and Everson (2000) ได้ให้การสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยมหรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเป็นรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget and Vygotsky ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสร้างความรู้ซึ่งเกิดจากที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับประสบการณ์ใหม่ และได้ทำการปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนั้น ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของ Bruner ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงเกิดมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและผลักดันให้นักเรียนไปแสวงหาความรู้และนำความรู้ใหม่ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อทำการแก้ไขปัญหาที่พบ

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นแนวคิดที่มีการเรียนรู้จากปัญหาโดยเน้นการใช้กระบวนการคิด ความเข้าใจ การรับรู้สิ่งเร้าที่มากระตุ้น แล้วทำให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผสมผสานระหว่างประสบการณ์ปัจจุบันกับประสบการณ์ในอดีต เน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ นักเรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเท่านั้น ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ค้นพบด้วยตนเองและยังส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เพื่อสามารถนำมาแก้ปัญหาที่พบได้

2.2.3 ลักษณะการเรียนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2545) ได้เสนอลักษณะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ครูและนักเรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการของนักเรียน

2. ครูและนักเรียนมีการออกแบบไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูมีการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา

3. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4. นักเรียนมีการวางแผนและแก้ปัญหาร่วมกัน

5. ครูมีการให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6. นักเรียนมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

8. นักเรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและประเมินผล

9. ครูมีการติดตามการปฏิบัติงานของนักเรียนและให้คำปรึกษา

10. ครูมีการประเมินการเรียนรู้ ทั้งด้านผลงานและกระบวนการ

Barrows (1996) กล่าวถึง ลักษณะการเรียนรู้ทางการแพทย์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางภายใต้การแนะนำของครูประจำกลุ่ม นักเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยทำการแสวงหาความรู้จากแหล่งที่ให้ข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์หรือแหล่งอ้างอิงอื่น ๆ

2. จัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5–8 คน พร้อมทั้งให้ครูประจำกลุ่มเพื่อให้นักเรียนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง ซึ่งไม่ใช้ผู้บรรยายหรือผู้บอกข้อมูล ไม่ระบุว่านักเรียนคิดถูกหรือผิด แต่มีบทบาทหน้าที่ในการกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่นำเสนอเป็นสิ่งที่แปลกใหม่และสร้างความน่าสนใจกับนักเรียนที่ต้องปฏิบัติจริง ตรงตามประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางในการแก้ปัญหา เป็นสิ่งทำให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลีนิก

6. ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นได้มาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และโต้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

Charlin, Mann and Hansen (1998, อ้างถึงใน วัลลี สัตยาศัย, 2547) กล่าวถึงลักษณะสำคัญทางการศึกษาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ประการ คือ

1. ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

2. เป็นยุทธวิธีทางการศึกษาที่ไม่เป็นวิธีการแบบโดดเดี่ยว แต่มักใช้ร่วมกับวิธีการอื่น ๆ เช่นการบูรณาการการเรียนเป็นกลุ่มย่อย

3. เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

4. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

5. นักเรียนมีการกระตุ้นความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้

6. บรรยากาศของการเรียนเป็นไปอย่างมีความหมาย รู้ว่าสิ่งที่เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

7. นักเรียนมีโอกาสในการขยายและต่อเติมความรู้ความเข้าใจให้สมบูรณ์อย่างเป็นระบบ

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้จะต้องเริ่มด้วยการตั้งปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นในการเรียนรู้ โดยมีการวางแผนทำงานเป็นกลุ่มย่อยหาคำตอบด้วยวิธีที่หลากหลาย ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง ส่วนนักเรียนจะต้องมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น พร้อมทั้งได้มีการอภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน โต้แย้งในสิ่งที่เรียนและรู้ว่าสิ่งที่เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

2.2.4 ขั้นตอนการเรียนรู้ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไม่ใช่สิ่งใหม่ แต่เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนใหม่ โดยการนำสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว ได้แก่ การแก้ปัญหา การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนเป็นกลุ่มย่อย มาเป็นองค์ประกอบร่วมกันให้เป็นสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการและขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

วัลลี สัตยาศัย (2547) ระบุการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทั้งหมด 7 ขั้นตอน ตามขั้นตอนของโรงเรียนแพทย์ของมหาวิทยาลัยมาสตริคท์ ประเทศเนเธอร์แลนด์ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับศัพท์หรือมโนทัศน์ (Clarify Terms and Concept not Readily Comprehensible)

2. ระบุปัญหา (Define the Problem)

3. วิเคราะห์ปัญหา (Analysis the Problem)

4. การตั้งและจัดลำดับความสำคัญของสมมติฐาน (Draw a Systematic Inventory of the Explanation Inferred from Step 3)

5. สร้างวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formulate Tearing Objectives)

6. รวบรวมข้อมูลนอกกลุ่ม (Collect Additional Information Outside the Group)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสื่อที่เป็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้านั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

6. นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

Delisle (1997) ได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน นักเรียนต้องมีความเข้าใจว่าปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนเองก่อน ครูควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับนักเรียน ดังนั้นในขั้นนี้ครูจะสำรวจประสบการณ์ ความสนใจของนักเรียนแต่ละบุคคลก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยครูอาจยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาร่วมกันอภิปรายก่อน แล้วครูและนักเรียนช่วยกันสร้างปัญหาที่นักเรียนสนใจขึ้นมา เพื่อเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นที่ครูยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ในเนื้อหาวิชาและทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับด้วย

2. ขั้นจัดโครงสร้าง (Setting Up Structure) ประกอบด้วย แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning Issues) และแผนการเรียนรู้ (Action Plan)

3. ขั้นพบปัญหา (Visiting the Problem) ในขั้นนี้นักเรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือ นักเรียนในกลุ่มจะรวมกันเสนอแนวความคิดต่อปัญหาว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริงที่โจทย์กำหนดมาให้แล้วกำหนดสิ่งต้องกำหนดเพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหาพร้อมทั้ง กำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้นั้นด้วย ในแต่ละหัวข้อเมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้ว กลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้ว นำความรู้ที่ไปศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนมีอิสระกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

4. ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (Revisiting the Problem) เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว ร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอ กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมและแผนการเรียนรู้อีกครั้งจากนั้นทำแผนการเรียนรู้จนกว่าจะได้ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้นักเรียนในกลุ่มต้องใช้การวิเคราะห์

และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ทำให้นักเรียน พัฒนาความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การพูด การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล

5. ขั้นผลิตผลงาน (Producing a Product or Performance) ในขั้นนี้นักเรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหาหรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้และนำเสนอให้นักเรียนได้ทราบผลทั่วกัน

6. ขั้นประเมินผลงานและการแก้ปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) ในการประเมินผลงานของนักเรียนทั้งครูและนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบร่วมกันในการประเมินโดยต้องประเมินทักษะความรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และทักษะทางด้านสังคม ได้แก่ การทำงานเป็นทีม นอกจากประเมินนักเรียนแล้วครูยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

กระบวนการและขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปได้ว่าการจัดการกระบวนการเรียนรู้มีมากมายหลายขั้นตอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียนเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลายเพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) มีขั้นตอนในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) ขั้นกำหนดปัญหา นักเรียนสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้านั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้ 5) สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหา และ6) นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มานำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย นักเรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.5 ข้อดีของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

อำพร ไตรภัทร (2549) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีข้อดีอยู่มากมายได้แก่ การส่งเสริมให้นักเรียนมีความอยากและสามารถที่จะค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดที่ประยุกต์มาจากสิ่งที่เรียนรู้มาใช้แก้ปัญหา ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาฝึกให้นักเรียน

แสดงออกทางความคิด ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ฝึกการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและฝึกทักษะในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งการเรียนการสอนที่ใช้กันอยู่โดยมีผู้สอนเป็นศูนย์กลางจะมีสิ่งนี้อยู่น้อย โดยที่นักเรียนมักจะไม่มีบทบาทไม่มีส่วนร่วมทำให้นักเรียนขาดความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองไม่สามารถประยุกต์ทฤษฎีที่เรียนมาให้ปฏิบัติได้เมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่จำเป็นต้องใช้ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนเป็นคนขาดความรับผิดชอบต่อตนเองอีกทั้งยังทำให้ขาดทักษะในการติดต่อสื่อสาร (Communication Skill) ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญอีกประการหนึ่งด้วย

นภา หลิมรัตน์ และพวงพะยอม แก้วพิลา (2550) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า

1. สนับสนุนให้มีการเรียนรู้อย่างลุ่มลึก (Deep Approach) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนอย่างเข้าใจและสามารถจดจำได้นานเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นคุณสมบัติจำเป็นที่ทุกคนควรมี เพราะจะสามารถพัฒนาไปเป็นผู้ที่มีการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) ส่งผลให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีความสุขและมีประสิทธิภาพ

3. เนื่องจากโจทย์ปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ เป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับคนไข้ที่เจ็บป่วยด้วยโรคที่พบบ่อยและมีความสำคัญทางสาธารณสุข ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่เรียนกับการปฏิบัติงานในอนาคต ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถจดจำได้ดีขึ้น

4. ทั้งครูและนักเรียนสนุกกับการเรียน ในส่วนนักเรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนเพราะได้มีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Play Active Part) เช่น การอภิปรายถกเถียงในระหว่างการทำกลุ่มย่อย ฝ่ายครูเห็นพัฒนาการทางด้านความคิดและทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียน นอกจากนี้ครูยังได้มีโอกาสเรียนรู้ข้ามสาขาที่ตนชำนาญ โดยเรียนรู้ไปกับนักเรียน สามารถเห็นความเชื่อมโยงของศาสตร์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้นทำให้เกิดความคิดกว้างไกล

5. ส่งเสริมสนับสนุนการทำงานเป็นทีม ซึ่งมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากกว่าการทำงานเดี่ยว

6. ส่งเสริมสนับสนุนให้มีโอกาสฝึกทักษะการสื่อสาร การแก้ปัญหาและการคิด

Hmelo and Evenson (2000) ได้กล่าวถึงข้อดีของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปได้ดังนี้

1. ได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาที่เป็นการบูรณาการ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

2. พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การได้เผชิญกับปัญหาเป็นโอกาสที่ได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ และการตัดสินใจ

3. พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง การที่นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียน โดยการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ รวบรวมความรู้และนำมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ เป็นลักษณะของการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย มีวิธีการแสวงหาความรู้และไตร่ตรองทรัพยากรการเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความหมายสำคัญช่วยให้นักเรียนเป็นนักเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. พัฒนากระบวนการทำงานเป็นทีม การเรียนเป็นกลุ่มย่อยทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น และเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่นทำให้มีความรู้กว้างขวางมากขึ้นซึ่งเป็นการพัฒนาทักษะทางสังคม

5. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีข้อดีอยู่มากมาย ได้แก่ การส่งเสริมให้นักเรียนมีความอยากเรียนรู้และสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนรู้มาแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนแสดงออกทางความคิด ฝึกการทำงานร่วมกัน ได้พัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาการใช้เหตุผลในการวิเคราะห์ และการตัดสินใจ

2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นมีความจำเป็นต้องมีการประเมินผลเพื่อดูพัฒนาการเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่เกิดในการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนต้องมีหน้าที่ในการรับผิดชอบในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มด้วย ซึ่งมีความแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมที่ผ่านมา ซึ่งต้องการวัดเพียงความรู้ความสามารถเพื่อแบ่งระดับความสามารถของนักเรียนที่มีแต่เพียงครูเป็นผู้ประเมิน การประเมินผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มีนักการศึกษาเสนอวิธีการไว้ดังนี้

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ได้กล่าวถึง การประเมินผลโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าแตกต่างจากการประเมินผลที่ประเมินจากแบบทดสอบหรือผลงานเพื่อวัดความรู้ความสามารถแต่จะเป็นการให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนสมาชิกในกลุ่มประกอบด้วย

1. การประเมินความก้าวหน้าและพัฒนาการของนักเรียน (Formative Assessment) ดูว่าตนเองเรียนรู้หรือบกพร่องในจุดใด เน้นกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ตั้งแต่เริ่มกระบวนการเรียนรู้จนถึงวันที่นำเสนอผลงานออกมา

2. การประเมินผลรวม (Summative Assessment) ประเมินผลรวมหรือผลงานของเรียนเพื่อดูการนำไปใช้ในการตอบปัญหา ประกอบด้วย

2.1 ประเมินจากแฟ้มการเรียนรู้ของนักเรียน สะท้อนให้เห็นคุณค่าและประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 ประเมินจากการบันทึกผลการเรียนรู้ (Leaming Log) ประเมินจากบันทึกกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติ ระบุเวลา สถานที่ ประสบการณ์ กิจกรรมทำอย่างชัดเจน สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมีประสบการณ์ในการเรียนรู้และวิเคราะห์อธิบายสิ่งที่ตนเองได้ปฏิบัติตลอดจนแสดงแนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงการปฏิบัติงานของตนเอง

Delisle (1997) ได้กล่าวว่า การประเมินผลต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างปัญหาขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกัน โดยได้เสนอว่าการประเมินผลควรกระทำทั้ง 3 ส่วน คือ ประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตัวเองของครู และประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ คือ ตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานแก้ปัญหานั้นซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลความสามารถนักเรียนจะเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้นำเสนอผลออกมา ครูใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะและการทำงานของกลุ่ม ตัวอย่างรูปแบบและคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลนักเรียน นอกจากการประเมินผลในลักษณะบรรยาย ครูอาจจะใช้การประเมินผลแบบให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วนก็ได้ ซึ่งการประเมินผลนักเรียนนั้น นอกจากจะเป็นหน้าที่ของครูแล้วนักเรียนยังต้องมีบทบาทในการประเมินตนเองด้วย โดยมีเป้าหมายในการประเมินความสามารถของตนที่มีต่อการทำงานในกลุ่มเพื่อทราบบทบาทของตนที่มีต่อกลุ่ม

2. การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ครูควรพิจารณาตนเองถึงทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมนักเรียนหรือไม่อย่างไรด้วย โดยอาจใช้คำถามเป็นแนวทางในการประเมินตนเอง การประเมินตนเองของครู มี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เขียนบรรยายและแบบที่เลือกระดับความสามารถว่า ดีมาก ดี หรือพอใช้ ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดงแล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. การประเมินผลปัญหาในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ควรประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอนด้วย

Barell (1998) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1. ต้องมีการประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินด้วยการสอบเพียงอย่างเดียวและไม่ควรประเมินผลตอบบทเรียนเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

2. ต้องมีการประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน

3. ต้องมีการประเมินผลความสามารถที่แสดงออกมาหรือจากการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ในการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น จะต้องวัดให้เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนและทั้งผลของการเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นซึ่งจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินที่ชัดเจน ประเมินทั้งส่วนที่เป็นความรู้และกระบวนการเรียนรู้ โดยผู้ประเมินคือครูผู้สอน นอกจากที่จะประเมินนักเรียนและทุกคนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนแล้ว ควรจะประเมินผู้สอนและประเมินโจทย์ปัญหาเพื่อนำมาแก้ไข ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนต่อไป

2.3 การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

2.3.1.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

อังคณา ลังกาวงศ์ (2552) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในการใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ในการหาทางออกของปัญหา โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการศึกษาทำความเข้าใจ กับปัญหาจนสามารถค้นพบทางออกของปัญหาได้

วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์ (2554) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยการนำปัญหามาใช้ในกระบวนการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะได้พบกับปัญหา แล้วผ่านกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คิดเหตุผลและวิธีเพื่อแก้ปัญหาจนกระทั่งสรุปประเมินผลได้

Good (1973) กล่าวว่า วิธีทางวิทยาศาสตร์ คือการแก้ปัญหา โดยเป็นการแก้ปัญหาที่เป็นแบบแผน หรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยากลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่ พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐาน และมีการตรวจสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

กล่าวโดยสรุป ได้ว่า การแก้ปัญหา คือ กระบวนการในการใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ในการหาทางออกของปัญหาอย่างเป็นระบบหรือมีแบบแผนและสามารถประเมินผลได้

2.3.1.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สุดารัตน์ ไชยเลิศ (2553) ได้กล่าวถึง ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นแบบแผน วิธีดำเนินการ หรือพฤติกรรม ที่ต้องอาศัยความรู้ความคิดวิธีขั้นตอนที่ต้องอาศัยกระบวนการ คิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาใช้ เพื่อให้ บรรลุถึงจุดมุ่งหมาย

สรวีย์ นาคเกษม และคณะ (2563) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเป็นกระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอนและต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์เดิมเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย สามารถวัดได้จากแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

พิมพ์พร ภิญโญ (2565) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การคิดแก้ปัญหาโดยใช้ กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเผชิญปัญหา 2) การพิจารณาปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ4) การประเมินผล จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้จากความเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและผลที่เกิดขึ้น จากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลักการ ประสบการณ์เดิมจาก การเรียนรู้ของบุคคล นำมาคิดและลงมือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้โดย พิจารณาวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ หรือลงมือปฏิบัติจริงตามลำดับ

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การประยุกต์ใช้ความรู้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาที่พบในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีการคิดแก้ปัญหาที่เป็นระบบหรือแบบแผนวิธีการที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาบรรลุผลจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

2.3.2 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การดำเนินชีวิตนั้นมักจะเผชิญกับปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนต่าง ๆ กันยิ่งในสังคมปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหายิ่งมากขึ้นกว่าเดิม การฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญหามักเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ซึ่งในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น เริ่มต้นด้วยการสังเกต และระบุปัญหาแล้ว จึงนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน การทดลองและการสรุปผล ดังนั้นบุคคลที่มีทักษะในการแก้ปัญหาก็จะทำให้สามารถหาคำตอบหรือหาหนทางในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ สำหรับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้มีการเสนอแนวคิดและทฤษฎีไว้หลายแนวคิดดังนี้

สุทัศน์ ยกส้าน (2546) กล่าวถึง การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบ เน้นความสำคัญของการตั้งคำถามอย่างถูกต้อง การค้นคว้าข้อมูลที่มีคุณภาพ และการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน การใช้ทฤษฎีและการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญในการหาคำตอบที่ชัดเจน ซึ่งความเข้าใจในธรรมชาติและกฎเกณฑ์ของฟิสิกส์ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ การทดสอบและการตีความผลอย่างรอบคอบ กระบวนการนี้ต้องอยู่บนฐานของการสังเกตและการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

สมพร จองคำ (2553) กล่าวให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการผสมผสานความรู้จากหลายสาขาวิชาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเฉพาะทางในด้านชีวการแพทย์ เช่น การพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง และยังเน้นว่าการแก้ปัญหาต้องเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างหลายฝ่ายเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้สหสาขาวิชา ความคิดสร้างสรรค์ และการบูรณาการระหว่างการวิจัยและการปฏิบัติเพื่อหาวิธีการใหม่ ๆ ที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Popper (1959) เป็นนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในด้านทฤษฎีการหักล้าง (Falsifiability) ท่านเสนอว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาผ่านกระบวนการของการเสนอสมมติฐานที่สามารถถูกหักล้างได้เท่านั้น Popper มองว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการตั้งสมมติฐานที่เป็นเชิงทฤษฎี จากนั้นจึงทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาด (Falsification) โดยที่สมมติฐานที่ถูกหักล้างได้จะนำไปสู่การสร้างสมมติฐานใหม่ที่ดีขึ้น การค้นหาความผิดพลาดและการปรับปรุงสมมติฐานเป็นส่วนสำคัญของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

Kuhn (1962) เป็นนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในด้านการเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ (Paradigm Shift) ในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ Kuhn มองว่าการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่เป็นเพียงแค่กระบวนการเชิงตรรกะหรือการทดลอง แต่ขึ้นอยู่กับกระบวนทัศน์ (Paradigm) ที่ยอมรับในช่วงเวลานั้น เมื่อมีการสะสมปัญหาหรือข้อขัดแย้งที่ไม่สามารถอธิบายได้ภายในกระบวนทัศน์เดิม การเปลี่ยนแปลงกระบวนทัศน์ใหม่จะเกิดขึ้น ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ใหม่

สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีแบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม ต้องใช้ความคิดรวมทั้งสติปัญญา และประสบการณ์ เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหา การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะเน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยวิธีคิดที่มีเหตุผล โดยการเรียนการสอนจึงควรที่จะหาทางส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการคิดเพื่อนำไปใช้ในการเก้ปัญหาทงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นงเยาว์ เปรมกมล (2557) ได้เสนอองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในบริบทของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา-การส่งเสริมให้นักเรียนแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อเข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

2. การวางแผนการทดลอง-การวางแผนการทดลองที่เป็นระบบ โดยคำนึงถึงความแม่นยำในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ

3. การอภิปรายและวิพากษ์ผลการทดลอง-การพิจารณาและวิพากษ์ผลการทดลองที่ได้รับ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีความถูกต้องและเป็นวิทยาศาสตร์ เน้นการให้ความสำคัญกับการคิดเชิงวิพากษ์ในการแยกแยะปัญหา และการทบทวนผลการทดลองเพื่อสร้างความแม่นยำ

วรเวศม์ สุวรรณระดา (2558) ได้เสนอองค์ประกอบสำคัญในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการแก้ปัญหาเชิงนโยบายที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา-การทำความเข้าใจปัญหาจากหลายมิติ เพื่อให้สามารถระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้อย่างครบถ้วน

2. การตั้งสมมติฐาน-การเสนอแนวทางหรือคำตอบเบื้องต้นของปัญหา

3. การประเมินผลลัพธ์-การตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองหรือการทดสอบ เพื่อสรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ซึ่งเน้นถึงการใช้ข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาที่มีพื้นฐานจากข้อเท็จจริงและหลักการทางวิทยาศาสตร์

สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์ (2560) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ โดยองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. การตั้งคำถามและการระบุปัญหา-เริ่มต้นจากการระบุปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ต้องการแก้ไข

2. การสืบค้นข้อมูลอย่างมีเหตุผล-การค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ปัญหา

3. การสร้างแบบจำลอง-การออกแบบวิธีการหรือโมเดลที่ใช้ในการทดลองเพื่อตอบคำถาม

อุษา จินตมุทธา (2561) ได้เสนอองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. การสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ-การสังเกตธรรมชาติอย่างละเอียดเพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

2. การสร้างสมมติฐานและการทดลองภาคสนาม-การตั้งสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้ในสถานการณ์จริง และการออกแบบการทดลองภาคสนามที่เหมาะสม

3. การประยุกต์ใช้ผลการวิจัยในทางปฏิบัติ–การนำผลการทดลองและวิจัยมาปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน เน้นการแก้ปัญหาที่มาจากการสังเกตและการลงมือปฏิบัติในภาคสนาม เพื่อนำผลการวิจัยมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

สุธี ชุติไพจิตร (2562) ได้เน้นถึงการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยองค์ประกอบหลักที่ท่านกล่าวถึงในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การตั้งคำถามและการสร้างแนวคิด-การส่งเสริมให้นักเรียนตั้งคำถามจากความสงสัยที่พบในธรรมชาติ และสร้างแนวคิดเพื่อหาคำตอบอย่างเป็นระบบ

2. การออกแบบการทดลอง-การออกแบบการทดลองที่รัดกุมและมีการควบคุมตัวแปรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้

3. การแปลผลและตีความ–การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการทดลองเพื่อตีความข้อมูลที่ได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะคิดวิเคราะห์ผ่านการปฏิบัติจริงในห้องทดลอง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง

Popper (1959) เป็นนักปรัชญาวิทยาศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอว่าองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis formulation)-การสร้างสมมติฐานที่สามารถทดสอบได้

2. การหักล้างสมมติฐาน (Falsification)-การทดสอบสมมติฐานผ่านการทดลองหรือการสังเกต เพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้สามารถหักล้างสมมติฐานได้หรือไม่

3. การสรุปผล (Conclusion)-หากสมมติฐานถูกหักล้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องทำการปรับปรุงหรือสร้างสมมติฐานใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการต่อเนื่องในการค้นหาความจริง

จากองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การสร้างสมมติฐานและการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน 3) การประเมินและสรุปผล ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีระเบียบวิธีและเป็นระบบที่ชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบหรือข้อสรุปที่เป็นไปได้สำหรับปัญหาที่กำหนดไว้ ซึ่งช่วยให้สามารถแก้ปัญหาหรือค้นพบคำตอบใหม่ ๆ ได้

2.3.4 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นราลักษณ์ ผ่องปัญญา (2560) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา
3. ทดลองและรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล
5. สรุปผล

จุฑามาศ แจ่มจำรัส (2565) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่อาศัยความสามารถในการตีความหมาย การแปล ความหมายของโจทย์ เพื่อพิจารณาหาสาเหตุสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคาดคะเนคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ช่วยในการคาดคะเน

ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหา และลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบและสรุปผล เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลและมีความสมเหตุสมผลตรงกับสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือไม่ ก่อนที่จะนำไปสู่การสรุปผล

Popper (1934) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การตั้งสมมติฐานที่สามารถพิสูจน์ทางลบได้
2. การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบ
3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง
4. การสรุปผลและปรับปรุงสมมติฐาน

Quellmalz (1985) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การระบุปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา
4. วิธีการแก้ไขปัญหา
5. การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้

ทั้งนี้องค์ประกอบทั้ง 5 ขั้นตอนมีความสอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา การกำหนดสาเหตุของปัญหาและสรุปขอบเขตของปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานหรือการคิดคำตอบล่วงหน้า เป็นกระบวนการคาดคะเนคำตอบ 3) การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ แยกแยะ ว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ 4) วิธีการแก้ไขปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา 5) การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ การอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้อิงตามแนวคิดของ Quellmalz (1985)

2.3.5 การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

มังกร ทองสุขดี (2552) กล่าวถึง การจัดการการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นและย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงสาธิตเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ครูอาจนำปัญหานี้ไปให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาโดยการทดลองค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเห็นผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของตนเอง แต่ก็มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรณีที่ Schwab ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ฝึกให้รู้จักการคิดการคิดอย่างมี (Critical Thinking)

Dewey (1938) เป็นนักการศึกษาที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อแนวทางการศึกษาที่เน้นประสบการณ์จริง (Experiential Learning) ท่านเชื่อว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต้องเกิดขึ้นจากประสบการณ์และการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ไม่ควรเป็นการท่องจำทฤษฎีเพียงอย่างเดียว แต่ควรเน้นการทดลองและการสังเกต ซึ่งการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ Dewey แนะนำให้สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดกว้างและสนับสนุนให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ การจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ทดลองทำจริง เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

นันทชา อัมฤทธิ์ (2559) สรุปได้ว่า การฝึกนักเรียนคิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเพื่อแก้ปัญหาเป็นประจำนั้นจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยครูส่วนมาก กล่าวคือ ต้องปรับเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางเรียนรู้มาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลางเรียนรู้ และครูต้องจัดบรรยากาศหรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียน อีกทั้งครูควรทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำ สนับสนุน และให้กำลังใจนักเรียน เพื่อให้นักเรียนพยายามหาแนวทางในการแก้ปัญหาให้ลุล่วง

จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาให้ตรงตามความต้องการและครูควรทำหน้าที่จัดบรรยากาศหรือตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกทั้งครูควรให้คำแนะนำ ให้กำลังใจกับนักเรียนและสนับสนุนให้นักเรียนพยายามแก้ปัญหาได้สำเร็จ

2.3.6 การวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นในบริบทของการสืบเสาะหาความรู้หรือในบริบทของวิทยาศาสตร์ที่มีการปฏิบัติจริง ความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับจากการสังเกตการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาของนักเรียน การใช้แบบทดสอบสามารถประหยัดทรัพยากรต่าง ๆ ทั้งในตัวบุคคลและอุปกรณ์ต่าง ๆ มากกว่าการประหยัดด้วยการสังเกต เราอาจใช้วิธีการประเมินแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากการสังเกตพฤติกรรมการลงมือปฏิบัติของนักเรียน การใช้แบบทดสอบในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเพียงการประเมินส่วนหนึ่ง

สุวิชา วันสุดล (2554) ได้กล่าวถึง วิธีการวัดและประเมินพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า แม้ว่าแบบทดสอบจะไม่สามารถวัดพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้จริง แต่ก็สามารถวัดมโนมติที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาได้เกือบทั้งหมด และเป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญบการแก้ปัญหารายบุคคล โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กระทำได้โดยใช้วิธีการบรรยายถึงสิ่งที่คิดว่าเป็นปัญหาในสถานการณ์ การตั้งสมมติฐานและบรรยายถึงกระบวนการสืบเสาะความรู้ใหม่มาบูรณราการเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นอาจเป็นจริงหรือสมมติขึ้น โดยสร้างเป็นแบบทดสอบประเภทเขียนตอบหรือสร้างเป็นตัวเลือกให้นักเรียนได้เลือกตอบ

Quellmalz (1985) กล่าวว่า แบบวัดที่ใช้วัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหามาให้แล้วมีข้อคำถามหลาย ๆ ข้อ โดยข้อคำถามนั้น 1) สถานการณ์ที่กำหนดควรเป็นปัญหาสำคัญที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้บ่อย ๆ ในชีวิตจริง 2) วัดทักษะรวม ไม่ใช่แยกวัดเป็นส่วน ๆ 3) มีทางเลือกในการตีความหรือการตัดสินใจแก้ปัญหา 4) เป็นคำถามเปิดสำหรับให้อธิบายเหตุผล 5) เป็นคำถามในเชิงเชื่อมโยงความคิดหรือการสรุปทั่วไป 6) วัดทักษะทางการคิดขั้นสูง เช่น ให้วางแผน ให้บอกกระบวนการแก้ปัญหาให้ คิดต่อไปว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งวัดได้ตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา
4. วิธีการแก้ไขปัญหา การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
5. การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้

สรุปได้ว่า การวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้โดย การสังเกตพฤติกรรมการลงมือปฏิบัติ แบบทดสอบที่มีข้อคำถามประเภทเขียนตอบหรือสร้างเป็นตัวเลือกให้นักเรียนได้เลือกตอบเพื่อให้นักเรียนแสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ ในการวิจัยผู้วิจัย ได้วัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ ของ Quellmalz (1985) โดยใช้แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแบ่งเป็นสถานการณ์ละ 5 ข้อ ตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา วิธีการแก้ไขปัญหา และการคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ เพื่อวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.3.7 การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดเชิงสถานการณ์

ขวัญชัย พิมพะนิตย์ (2562) กล่าวไว้ว่า การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดเชิงสถานการณ์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการคิดแก้ปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

2. ศึกษาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทางและประยุกต์ใช้ในการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา 4 ขั้น ดังนี้

2.1 ขั้นการระบุประเด็นปัญหา

2.2 ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

2.3 ขั้นการเสนอวิธีการแก้ปัญหา

2.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ผลที่ได้จากวิธีการคิดแก้ปัญหา

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างสถานการณ์ 7 สถานการณ์แต่ละสถานการณ์มีคำถามจำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 28 ข้อ โดยให้ 1 คะแนน เมื่อตอบถูก และให้ 0 คะแนน เมื่อตอบผิด แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

4. ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 7 สถานการณ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับขั้นตอนในการคิด

5. นำแบบวัดที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้วไป ทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนจำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องระบบนิเวศมาแล้ว ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)

6. ดำเนินการเลือกข้อสอบมา 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

7. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แพรวนภา แก้วกุก (2565) กล่าวไว้ว่า หลักการสร้างแบบวัดเชิงสถานการณ์ มีแนวปฏิบัติ ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน

2. เลือกข้อความหรือสถานการณ์ที่มีความยากพอเหมาะกับระดับชั้นของผู้เรียนและเนื้อเรื่อง หรือสถานการณ์ที่ใช้ถามจะต้องไม่ลำเอียงต่อเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ

3. พยายามเขียนคำถามเพื่อถามตามใจความในเนื้อหา หรือสถานการณ์นั้นตามพฤติกรรม หรือคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด

3.1 การเขียนสถานการณ์และการเขียนคำถามมีข้อควรคำนึง ดังนี้

3.1.1 สถานการณ์ที่สร้างขึ้น ควรเลือกสถานการณ์ที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นได้จริง ๆ กับบุคคลหรือกลุ่มตัวอย่างที่จะวัด

3.1.2 ปัญหาในสถานการณ์ที่สร้างขึ้นหรือกำหนดขึ้นควรมีความเข้มหรือความรุนแรงในระดับกลาง ไม่สร้างความเครียดให้กับผู้ตอบจนเกินไป เพราะหากสร้างปัญหาที่มีความเข้มเกินไปอาจจะทำให้ผู้ตอบไขว้เขวได้ เช่น เขียนสถานการณ์ว่าแม่ป่วยหนักและต้องการผ่าตัดในอีก 2 วัน หากหาเงินมาไม่ได้จะต้องตายตนเองไม่มีเงิน หากมีคนมาเสนอให้ไปขายบริการทางเพศจะได้เงินมาจำนวนมากพอที่จะใช้เป็นค่ารักษาของแม่จัดว่าเป็นสถานการณ์ที่เข้มและรุนแรงมากเกินไปอาจจะทำให้ตอบสับสนไขว้เขว ความจริงไม่ต้องการจะขายบริการทางเทศ เพราะเป็นนักเรียนและต้องการประกอบอาชีพดีมีเกียรติแต่เพื่อต้องการตอบแทนบุญคุณของแม่ผู้ให้กำเนิดและต้องการเป็นคนกตัญญูต่อบุพกรีอาจจะมีเหตุผลที่ทำให้เกิดความไขว้เขวในความคิดได้

3.1.3 สาระสำคัญที่กำหนดให้ในสถานการณ์ จะต้องเพียงพอที่จะให้ผู้สอบตัดสินใจเลือกทางปฏิบัติในแนวทางที่เหมาะสมได้

3.1.4 สร้างแบบทดสอบเชิงสถานการณ์โดยใช้ภาพวาด จึงมีลักษณะเป็นภาพวาดให้เลือกตอบ คำถามที่ตั้งเป็นสถานการณ์ขึ้นมากระตุ้นให้คิดเลือกตอบจากภาพที่เป็นตัวเลือกจำนวน 2 ภาพ หรือ 3 ภาพ ตามระดับอายุของเด็ก

3.2 การเขียนคำถาม มีหลักดังนี้

3.2.1 การเขียนคำถาม ไม่ควรถามตรง ๆ แต่ควรถามให้เกี่ยวพันอ้างอิงเรื่องราวสถานการณ์ ที่กำหนดไว้และไม่ควรถามเนื้อเรื่องที่ไม่ได้ใช้ข้อความในสถานการณ์นั้นมาตอบหรือควรถามในกรณีถ้าไม่มีสถานการณ์นั้นแล้วก็สามารถตอบคำถามนั้นได้

3.2.2 ในการเลือกสถานการณ์เพื่อนำมาตั้งคำถาม ควรจะเลือกเฉพาะเนื้อหาหรือความรู้ที่เป็นตัวแทนที่มีความสำคัญ ๆ ต่อวิชานั้นมาถาม ไม่ควรนำเรื่องปลีกย่อยหรือรายละเอียดปลีกย่อยของรายวิชามาตั้งเป็นสถานการณ์และไม่ควรถามด้วยการหลอกล่อให้ผู้ตอบตกหลุมด้วยเรื่องที่ไร้สาระ

3.2.3 คำถามที่ใช้อาจมี 2 ลักษณะ คือ

(ก) ถามให้ประเมินสถานการณ์ดังกล่าวเพื่อตัดสินว่า ควรหรือไม่ควร ดีหรือไม่ดี ทำหรือไม่ทำ ถูกต้องหรือไม่ถูกต้อง ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ และรวมถึงกรณีที่ไม่อาจตัดสินใจได้ด้วย

(ข) ถามให้ระบุแนวทางที่ตนจะปฏิบัติ ถ้าหากตนเองเป็นบุคคลในสถานการณ์นั้นหรือเป็นผู้เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในสถานการณ์นั้นจะปฏิบัติอย่างไร

4. เมื่อเขียนสถานการณ์และข้อคำถามเสร็จแล้วให้ทบทวนว่าสถานการณ์ เป็นปัจจุบันหรือไม่สาระที่กำหนดไว้เพียงพอที่จะตัดสินใจได้หรือไม่

5. นำแบบวัดไปทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข

สมถวิล วิจิตรวรรณา (2565) กล่าวถึง การสร้างเครื่องมือมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการสร้างเครื่องมือวัดจิตพิสัยทั่วไป แบ่งเป็น 3 ระยะคือ การเตรียมสร้างเครื่องมือวัด การสร้างแบบวัดสถานการณ์และการตรวจสอบคุณภาพ

1. ระยะแรก เป็นการเตรียมสร้างเครื่องมือวัด ประกอบด้วย

1.1 กำหนดสิ่งที่ต้องการวัด ตัวอย่างการวัดเหตุผลทางจริยธรรม

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีผลการศึกษาเกี่ยวกับการวัดเหตุผลทางจริยธรรม การสร้างแบบวัดสถานการณ์การมีจิตสาธารณะของคนในสังคม

2. ระยะที่สอง ดำเนินการสร้างเครื่องมือวัด ประกอบด้วย

2.1 การกำหนดความหมาย ตัวชี้วัดและพฤติกรรมที่บ่งชี้ของจริยธรรมหรือคุณลักษณะที่พึงประสงค์ที่ต้องการวัด ตัวอย่างการกำหนดความหมาย ตัวชี้วัดและพฤติกรรมที่บ่งชี้

2.2 ออกแบบวิธีการวัด/เครื่องมือ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดสถานการณ์กำหนดจำนวนข้อคำถามในแต่ละตัวชี้วัด ตามน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัด

2.3 สร้างข้อคำถามที่เป็นสถานการณ์และตัวเลือกเป็นระดับเหตุผลทางจริยธรรมตามแนวคิดและทฤษฎีที่เลือกใช้ให้ครอบคลุมตัวชี้วัดและพฤติกรรมชี้วัดสถานการณ์สถานการณ์ที่ใช้เป็นโจทย์ปัญหาเชิงจริยธรรม เป็นสถานการณ์ที่บุคคลในสถานการณ์ปฏิบัติคล้อยตามหรือขัดแย้งกัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกที่ตรงกับความรู้สึกของตน ตัวเลือกของแบบวัดเชิงสถานการณ์มี 3 แนวทางคือ แนวทางที่ 1 การวัดคุณลักษณะนิสัยแบบ 2 ทิศทาง แนวทางที่ 2 สร้างตามกรอบแนวคิดพัฒนาการทางจิตพิสัย (Affective Domain) ของ Krathwohl et al. และแนวทางที่ 3 เป็นระดับการวัดเหตุผลเชิงจริยธรรมของแนวคิดของ Kohlberg

2.4 การให้ระดับคะแนน การแปลความหมาย และการเสนอผล เมื่อนำแบบวัดสถานการณ์ไปใช้ชี้แจงให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของตนมากที่สุด แต่เป็นคำตอบที่จะบอกว่านักเรียนคิดแบบใด การตรวจให้ระดับคะแนนตามคำตอบที่เลือกในแต่ละข้อ แล้วหาระดับคะแนนเฉลี่ยของผู้ตอบแต่ละคน โดยเอาจำนวนข้อหารระดับคะแนนรวม หากค่าเฉลี่ยมีทศนิยมตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม การแปลผลระดับคะแนนเฉลี่ยตกอยู่ในขั้นใดก็ถือว่านักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับนั้นสำหรับการเสนอผลเป็นรายกลุ่ม เช่น เป็นห้อง เป็นชั้นเรียน คำนวณหาร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ จะทำให้ทราบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกระดับใด ข้อมูลนี้ยังใช้เปรียบเทียบเพื่อดูความเจริญก้าวหน้าของโรงเรียนในการพัฒนาความรู้สึกเชิงจริยธรรมให้แก่นักเรียนได้

3. ระยะที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดเชิงสถานการณ์มีดังนี้

3.1 ความตรงของข้อคำถามด้วยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยการหาค่า IOC

3.2 ความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดสถานการณ์ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

3.3 ความเที่ยงของแบบวัดเชิงสถานการณ์ด้วยการวิเคราะห์ค่าแอลฟาครอนบาค

3.4 ตรวจสอบประสิทธิภาพของตัวเลือก พิจารณาจากร้อยละของการเลือกแต่ละตัวเลือกไม่ควรน้อยกว่าร้อยละ 5

คมเพ็ชร วงษ์หล่ำ (2565) กล่าวไว้ว่า การสร้างและหาคุณภาพแบบวัด มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการพัฒนาแบบวัด

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยเพื่อใช้ในการกำหนดนิยามศัพท์และเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

3. กำหนดตัวชี้วัดของจิตอาสาจากการสังเคราะห์องค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ 1) ด้านการช่วยเหลือผู้อื่น พฤติกรรมของนักเรียนในการอาสาให้บริการหรืออำนวยความสะดวกให้กับผู้อื่นรวมถึง

การแบ่งปันสิ่งของ ทรัพย์สิน หรืออื่น ๆ ให้กับผู้อื่นด้วยความเต็มใจ สมัครใจ โดยไม่หวังสิ่งตอบแทน 2) ด้านการเสียสละต่อสังคม พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์เพื่อส่วนรวม การยอมเสียผลประโยชน์ของตนเองเพื่อประโยชน์ส่วนรวมด้วยกำลังแรงกาย วาจา ใจ ทรัพย์สิน เวลา ด้วยความเต็มใจ 3) ด้านความมุ่งมั่นพัฒนา พฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงการริเริ่มสนใจปัญหาที่เกิดขึ้นจากตนเอง ห้องเรียน โรงเรียน ชุมชน และสังคม พร้อมเสนอแนวคิดที่จะพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา ตลอดจนร่วมกิจกรรมการเสริมสร้างจิตอาสา อย่างสร้างสรรค์และหลากหลายได้อย่างเหมาะสมตามวัย

4. กำหนดรูปแบบของแบบวัด เป็นแบบวัดเชิงสถานการณ์แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

5. ศึกษาแนวคิดระดับพัฒนาการทางจิตพิสัยของแครธโวลและรูปแบบการสร้างแบบวัดคุณลักษณะทางจิตโดยใช้แบบวัดเชิงสถานการณ์เป็นพื้นฐานในการพัฒนา โดยแนวคิดระดับพัฒนาการทางจิตพิสัยของ Krathwohl

6. นำนิยามเชิงปฏิบัติการของจิตอาสา มากำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดและจำนวนข้อคำถาม เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อคำถามสถานการณ์ให้ตรงตามโครงสร้างของตัวแปรจิตอาสา

7. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อที่ปรึกษาฯ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามของจิตอาสา รวมทั้งความเหมาะสมของข้อคำถามและตัวเลือก ความชัดเจนของภาษาที่ใช้พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับแก้

8. ปรับแก้ข้อคำถามและตัวเลือกในแบบวัดตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของจิตอาสาความถูกต้องเหมาะสมของข้อคาถามและตัวเลือก รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

9. นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการคำนวณความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามเชิงปฏิบัติการของจิตอาสา โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

10. นำแบบวัดให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการเข้าถึงแนวคิดของการประยุกต์ใช้การเข้าถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัดของแบบสอบที่มี 5 องค์ประกอบในการสร้างแบบวัด ได้แก่ ข้อความกระตุ้น (Item Stimulus), ลักษณะของคำถาม (Item Stem), การใช้ภาพ (Visuals), ตัวเลือก (Answer Choices) และ การจัดวางข้อสอบ (Page/Item Layout)

11. ปรับปรุงข้อคำถามตามแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

12. เตรียมจัดแบบวัดเข้าฉบับเพื่อนำไปทดลองใช้

13. นำแบบวัด ฉบับปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว จำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคและหาอำนาจจำแนกโดยหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อและคะแนนรวม (Item-total Correlation) จากนั้นพิจารณาค่าความเชื่อมั่นที่ 0.7 ขึ้นไป และคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

14. นำแบบวัดที่ผ่านเกณฑ์การหาคุณภาพครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือครั้งที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

15. ผู้วิจัยนำแบบวัดที่ผ่านเกณฑ์การหาคุณภาพของแบบวัด ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตามที่นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างและหาคุณภาพแบบวัดเชิงสถานการณ์ มีขั้นตอน ดังนี้ 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบวัดเชิงสถานการณ์ 2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร 3) กำหนดรูปแบบของแบบวัด 4) สร้างแบบวัดโดยสร้างสถานการณ์และข้อคำถาม 5) ตรวจทานความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบวัด 6) จัดพิมพ์แบบวัดฉบับทดลอง 7) ทดสอบและวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด และ 8) ทำแบบวัดฉบับจริงเพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรวัต ศุกมั่งมี (2542) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจะครอบคลุมทั้งพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการนำไปใช้

สุภาพร รัตน์น้อย (2546) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นันทกา แสนคำภา (2550) กล่าวสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2552) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึง การวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญา หรือความรู้คิด ตามแนวของ Klopfer แห่งมหาวิทยาลัยพิตย์เบร์ก (University of Pittsburgh) เป็น 4 ลำดับขั้นของพฤติกรรม คือ

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Skill Process)
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application)

อรทัย จันใด (2553) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ หรือทักษะซึ่งเกิดจากการกระทำที่ประสานกันต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบทางด้านที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ใช้สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

ชนิดา ยอดสาลี และ กาญจนา บุญส่ง (2559) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่ต้องใช้สติปัญญาและสมรรถภาพทางสมองที่ได้รับมาจากการสั่งสอน แสดงออกมาในรูปความสำเร็จสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย ด้านทักษะพิสัย และใช้แบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความสำเร็จได้มาจากผลการตรวจสอบพฤติกรรมแสดงออกด้านความรู้ความสามารถของนักเรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่าตรงตามวัตถุประสงค์ด้านพุทธิพิสัย

2.4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

น้ำเพชร สินทอง (2541) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ดังนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ การเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพข้อบกพร่องและลักษณะท่าทางของร่างกาย
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดากับบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างบุตรและสมาชิกในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อม การอบรมเลี้ยงดูของผู้ปกครอง และฐานะทางเศรษฐกิจ
4. องค์ประกอบด้านความสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติและแรงจูงใจ

6. องค์ประกอบทางด้านการปรับตัว คือ การปรับตัวและการแสดงอารมณ์

ขนิษฐา บุญภักดี (2552) กล่าวว่า ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จทางการศึกษาได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบด้านสติปัญญา (Intellectual-Factor) เป็นความสามารถในการคิดของบุคคล อันเป็นผลมาจากการสะสมของประสบการณ์ต่าง ๆ รวมถึงความสามารถที่ติดตัวมาแต่กำเนิด โดยความสามารถเหล่านี้วัดได้หลายแบบ เช่น วัดความถนัดทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา สมรรถภาพทางสมอง เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบด้านสติปัญญาเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. องค์ประกอบที่ไม่ใช่ทางด้านสติปัญญา (Non Intellectual-Factor) เช่น เพศ อายุ แผนการเรียน อันดับการเลือก รายได้ของบิดามารดา นิสัยในการเรียน เจตคติในการเรียน ตลอดจนสภาพแวดล้อมของสถานศึกษา เป็นต้น

Bloom (1956) กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียน ประกอบด้วย

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของตัวนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของนักเรียน แบ่งระดับไว้ 6 ระดับ ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ (Knowledge)

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension)

1.3 การนำไปใช้ (Application)

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis)

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis)

1.6 การประเมินค่า (Evaluation)

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การรับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้น องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นพฤติกรรมที่แสดงถึง ด้านความรู้ คุณลักษณะ

ด้านจิตพิสัยของนักเรียนได้แก่ 1) ความรู้ความจำ (Knowledge) 2) ความเข้าใจ (Comprehension) 3) การนำไปใช้ (Application) 4) การวิเคราะห์ (Analysis) 5) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ 6) การประเมินค่า (Evaluation) รวมถึงคุณลักษณะด้านจิตพิสัย และคุณภาพการสอน เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น สรุปองค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมด้านความรู้ คุณลักษณะด้านจิตพิสัย คุณภาพการสอน

จากแนวคิดเกี่ยวกับผลการเรียนดังกล่าว จึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจะต้องประกอบด้วย เชาวน์ปัญญา ความถนัด ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมของนักเรียน และอารมณ์ เป็นแรงจูงใจความสนใจ ทัศนคติและนิสัยในการเรียน สิ่งแวดล้อมทางครอบครัว ฐานะทางเศรษฐกิจ ที่อยู่อาศัย ความคาดหวังของบิดามารดา

2.4.3 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

อนันต์ ศิริทองสุข (2549) สรุปไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ คือ การวัดการเรียนรู้ทั้งความรู้เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจหลักการ ขอบเขตทฤษฎีขั้นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี

Bloom (1982) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความ วิธีการ สูตรต่าง ๆ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้ครบถ้วน

2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้

3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ ซึ่งเป็นหลักการ ทฤษฎี ฯลฯ ไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้

4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยเช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ

5. การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบ หรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย

6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการโดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554) กล่าวว่า แนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีดังนี้ 1) การวัดผลประเมินผลเป็นสวนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการ ควบคูกันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง 2) ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนานักเรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ การประเมินพัฒนาการของนักเรียน จึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน 3) เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการความกาวหน้าและความสำเร็จของนักเรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผล หลากหลายวิธีและต่อเนื่องทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียน และการเข้ารวมกิจกรรม ฯลฯ การวัดผลและประเมินผลของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เน้นการวัดและการประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment) และที่นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อ การเรียนรู้ที่สามารถสะท้อนถึงความรู้ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ในประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้านโดยใช้ วิธีการหลากหลายในสถานการณ์ต่างๆ และประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงพัฒนาการของนักเรียน

จากเอกสารข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความรู้ความสามารถของนักเรียนเกิดมาจากการเรียนการสอน สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งหมด 6 ด้าน ตามแนวคิดของ Bloom คือ ความรู้-ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่าและผู้วิจัยนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยพิจารณาให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในเรื่องการไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส

2.4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และคณะ (2545, อ้างถึงใน มนชิดา เรืองรัมย์, 2556) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนการสร้างสรุปได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1. ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างแบบทดสอบ ต้องทำการค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อดีจำกัดอย่างไร

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนจะเริ่มเขียนข้อคำถาม ผู้สร้างข้อคำถามจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

3. กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้สร้างแบบทดสอบจะต้องกำหนด ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้พฤติกรรมที่จะวัดในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า

4. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบและส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้หรือจะเป็นทั้งแบบปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ ทั้งนี้ผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้กำหนดลักษณะข้อสอบ ซึ่งได้แก่

4.1 วัตถุประสงค์ของการวัด

4.2 ระดับพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่จะวัด

4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

4.4 จำนวนผู้เข้าสอบ

4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดำเนินการสอบและ

4.6 ความเป็นอิสระในการตอบ

ส่วนการกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบหรือจำนวนของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

1. ผู้สร้างแบบทดสอบลงมือสร้างแบบข้อสอบ ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์ข้อสอบ คำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน

2. ตรวจทานข้อสอบผู้สร้างต้องทบทวน แบบทดสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้น มีความถูกต้องครบถ้วน ตามรายละเอียดไ ว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับทดลอง เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจข้อสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

1. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 - 5 ท่าน ตรวจความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นได้สร้างถูกต้อง และเหมาะสมเพียงใด พิจารณาความ

สอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้อย่างถูกต้อง และเหมาะ สมเพียงใด พิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหา ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือไม่

2. ทดลองสอบ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่พึ่งเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป

3. วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นให้นำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ นำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงหรือนักเรียนที่พึ่งเคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

4. จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2549) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอนให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นตอนที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กะทัดรัด และมีความชัดเจน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2555) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่ามีการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบทดสอบควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังที่จะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าเป็นแบบใด โดยต้องเลือดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยผู้เรียนแล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ตามที่นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนการสอน มีลักษณะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ขึ้นอยู่กับการวัดผลประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้และมาตรฐานตัวชี้วัดของการเรียนการสอนเรื่องนั้น การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีด้วยกัน 8 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์หลักสูตร 2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ 3) กำหนดชนิดของข้อสอบ 4) เขียนข้อสอบ 5) ตรวจทานข้อสอบ 6) จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง 7) ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ และ 8) ทำแบบทดสอบฉบับจริง

2.4.5 การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้ให้การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

วิรัตน์ ธรรมาภรณ์ (2549) กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

1. ขั้นประเมินเบื้องต้น เป็นขั้นของการวิจารณ์ข้อสอบ โดยอาจจะให้บุคคลอื่นหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นโดยเฉพาะข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ เป็นการพิจารณาปรับปรุงข้อคำถามหรือตัวเลือกให้ดีขึ้น การวิจารณ์ข้อสอบเป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

1.1 ข้อคำถามวัดในสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่

1.2 ข้อคำถามคำตอบถูกที่แน่นอนเพียงคำตอบเดียวหรือไม่

1.3 ข้อคำถามชัดเจนเข้าใจตรงกันหรือไม่

1.4 ข้อคำถามใช้ภาษารัดกุมเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียนหรือไม่

1.5 ในกรณีที่เป็นข้อสอบเลือกตอบ ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ด้วย

1.5.1 ตัวลวงเหมาะสมหรือไม่

1.5.2 การเรียงคำถามเรียงถูกต้องตามหลักหรือไม่ เช่น เรียงตามลำดับเนื้อหา เรียงจาก ง่ายไปหายาก เป็นต้น

1.5.3 การเรียงตัวเลือกในแต่ละข้อเรียงเหมาะสมสวยงาม หรือไม่ ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณา ผู้เขียนข้อสอบจะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพในเบื้องต้นก่อนจะนำไปทดลองจริง

2. ขั้นตรวจสอบคณภาพหลงการทดลอง ข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาและนำไปปรับปรุงแกไขเรียบร้อยแล้วจะนำไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลอง (Try Out) และเมื่อนำไปทดลอง แล้วจะต้องนำมาตรวจคะแนนและทำการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งเป็นการพิจารณาในเรื่องต่อไปนี้

2.1 ความยากง่าย (Difficulty)

2.2 อำนาจจำแนก (Discrimination)

การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis) ผลการตรวจสอบจะทำให้ทราบว่าข้อสอบใดยาก หรือง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดจำแนกนักเรียนเก่งนักเรียนอ่อนออกจากกันได้หรือไม่ และทำให้ทราบว่า ข้อสอบข้อใดตัวเลือกดีหรือไม่ดี ซึ่งจะช่วยให้ปรับปรุงข้อสอบได้ตรงจุด

2.3 ค่าสถิติพื้นฐานของข้อสอบ ได้แก่ คะแนนเฉลยและความแปรปรวน คะแนนเฉลยจะทำให้ทราบว่า ข้อสอบทั้งฉบับมีความยากง่ายอยู่ในระดับใด ส่วนค่าความแปรปรวนจะทำให้ทราบว่ากลุ่มที่ใช้ในการทดลองข้อสอบนั้นมีความสามารถแตกต่างกันหรือกระจายกันมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชนในการปรับปรุงข้อสอบ ในการตรวจสอบคุณภาพหลังการทดลองอาจมีการ

ตรวจสอบมากกว่า 1 ครั้ง หากผลการทดลองครั้งแรก ผลการวิเคราะห์รายข้อและรายตัวเลือกไม่ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็จะต้องนำข้อสอบนั้นมาปรับปรุงและนำไปทดลองใหม่จนกว่าจะได้คุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ขั้นตรวจสอบขั้นสุดท้าย ข้อสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจนได้คุณภาพของข้อสอบในเรื่องของความยากและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว จะต้องนำข้อสอบนั้นไปทดสอบกับคนกลุ่มใหญ่ ที่ครอบคลุมความสามารถทั้งเก่ง ปานกลาง และอ่อน กระจายกัน แล้วทำการประเมินคุณภาพครั้งสุดท้ายและสร้างเกณฑ์ปกติ การประเมินคุณภาพครั้งสุดท้ายเป็นการหาค่าต่อไปนี้

3.1 ความเชื่อมั่นและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.2 ค่าสถิติพื้นฐานทั้งฉบับ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือว่า เป็นการ ตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องมือในเรื่อง ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก อำนาจจำแนก และความเป็นปรนัย

ความเที่ยงตรงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นคุณสมบัติของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัดด้วย 2) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือแนวคิดของโครงสร้างที่ต้องการจะวัด ค่าว่าโครงสร้างมีความหมายในเชิงนามธรรม ที่ใช้อธิบายตัวแปรที่ศึกษาและเขียนไว้ในรูปข้อสันนิษฐานหรือสมมติฐานสามารถอธิบายและค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนได้ 3) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Criteria Relative Validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกบางอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพและความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ นอกจากนี้การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหามีวิธีการตรวจสอบดังนี้ 1) การตรวจสอบว่าข้อคำถามในเครื่องมือมีความเป็นตัวแทนของเนื้อหาหรือครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการจะวัดหรือไม่ 2) ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่วัดกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยให้ ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัดหรือไม่ วิธีนี้เป็นการหาค่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน เป็นผู้พิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ตามกับกลุ่มเดิม

ความยาก (Rifficulty) หมายถึง คุณสมบัติข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างตอบผิดบ้างหรือมีคน ตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะพอควรมี คนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

ความเป็นปรนัย หมายถึง ความชัดเจน ความถูกต้องตามหลักวิชาและความเข้าใจตรงกัน ความเป็นปรนัยเป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่แสดงใน 3 ลักษณะ คือ ความชัดเจนของคำถาม ความชัดเจนในการให้คะแนน และความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน

ปราณี หลำเบ็ญสะ (2559) กล่าวว่า ครูผู้สอนต้องหาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อเป็นการยืนยันว่า เครื่องมือดังกล่าวมีคุณภาพ ซึ่งการหาคุณภาพของเครื่องมือสามารถจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การหาคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัด เกี่ยวกับความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) รายละเอียด ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรง หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัด ที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด เป็น ความสอดคล้องระหว่างผลการวัด กับสิ่งที่ต้องการวัด ความตรงที่ใช้ในการทดสอบจำแนกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามโครงสร้าง และ ความตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะเกี่ยวข้องกับความตรงตามเนื้อหามากกว่าความตรงชนิดอื่น ๆ

1.1.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการหาค่าความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาว่าข้อสอบ หรือข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

1.2 ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่วัดได้แต่ละครั้ง วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทำได้หลายวิธี คือ

1.2.1 วิธีสอบซ้ำ

1.2.2 วิธีแบบทดสอบคู่ขนาน

1.2.3 วิธีหาความสอดคล้องภายใน แบ่งเป็น

1.2.3.1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ

1.2.3.2 วิธีหาจากสูตรคูเดอร์ และริชาร์ดสัน

1.2.3.3 วิธีหาจากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา

2. การวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ

การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลวง

2.1 ความยากของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบทั้งหมด หรือหมายถึงจำนวนร้อยละของผู้ตอบข้อสอบนั้น ๆ ถูก ค่าความยากง่ายจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีจะมีระดับความยากง่าย เท่ากับ 0.5 ซึ่งจะทำให้เกิดค่าอำนาจการจำแนกสูงสุดและมีความเชื่อมั่นสูง อย่างไรก็ตามในการสอบวัดความรู้ผลการเรียนโดยทั่วไป มักนิยมให้มีข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายในระดับต่าง ๆ ปะปนกันไป โดยจัดให้มีข้อสอบมีค่าความยากง่ายพอเหมาะ (p มีค่าใกล้เคียง 0.5) เป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งให้มีข้อสอบที่ค่อนข้างยากและค่อนข้างง่ายอีกจำนวนหนึ่ง แต่ถ้าเป็นการสอบแข่งขันเพื่อคัดเลือกผู้ที่มีความรู้ ความสามารถควร

มีสัดส่วนของข้อสอบที่ยากสูงขึ้น ทั้งนี้ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20–0.80 ในข้อสอบประเภท 4 ตัวเลือก ส่วนข้อสอบประเภทถูก–ผิด ค่าความยากง่าย ควรอยู่ระหว่าง 0.60–0.70

2.2 อำนาจจำแนก (r) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกหรือแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ต่างกัน เพื่อที่จะใช้พยากรณ์หรือบ่งชี้ความแตกต่างที่เห็นชัดในด้านความสามารถ เช่น จำแนกคนเก่งกับคนอ่อนจากกันได้ โดยถือว่าคนเก่งควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ส่วนผู้ที่อ่อนไม่ควรทำข้อสอบข้อนั้นได้ ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ จะมีค่าตั้งแต่ - 1 ถึง + 1 ค่าอำนาจจำแนกที่ดี ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป กรณีที่ค่า r ติดลบ แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นจำแนก คนเก่งทำไม่ได้ แต่คนอ่อนทำได้ ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรตัดทิ้งนอกจากนี้ครูผู้สอนควรตรวจสอบการจัดการเรียนสอนของตนว่าเพราะเหตุใดผู้ที่เรียนเก่งจึงไม่เข้าใจในเรื่องที่สอน

จากการหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า คุณภาพของแบบทดสอบเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งเมื่อสร้างแบบทดสอบแล้วจึงจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อให้ทราบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพดีเพียงใด ถ้าเครื่องมือไม่มีคุณภาพจะไม่สามารถวัดได้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดและเป็นข้อมูลที่เชื่อถือไม่ได้ จะทำให้การวัดนั้นไม่มีประโยชน์ ในงานวิจัยครั้งนี้หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

พิชิตทอง ครองพลขวา (2559) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 83 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวม 15 ชั่วโมง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความใฝ่รู้ใฝ่เรียน แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของเวียร์และแบบสังเกตพฤติกรรมความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ผลวิจัยสรุปได้ว่า 1) ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ที่ 1-5 อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับ

สื่อสังคมออนไลน์ที่ 1-5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความใฝ่รู้ใฝ่เรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-5 อยู่ในระดับสูง และ 5) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมความใฝ่รู้ใฝ่เรียนระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-5 อยู่ในระดับสูง

นันทนา ฐานวิเศษ และ วาสนา กีรติจำเริญ (2561) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้งานและพลังงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้งานและพลังงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบุญวัฒนา ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 15.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.64 คะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้า 9.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 18.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.86 คะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้า 9.05 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้งานและพลังงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้งานและพลังงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิพัฒน์ มลิวัลย์ (2562) ศึกษาการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนมัธยมปลายผ่านการทดลอง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนมัธยมปลาย จำนวน 80 คน จากโรงเรียนในจังหวัดมหาสารคาม แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนโดยใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบเดิม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบทดสอบ

ทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการศึกษา, แบบสอบถามเกี่ยวกับประสบการณ์การทำทดลอง, และบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า 1)กลุ่มนักเรียนที่ทำการทดลองมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญมากกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเดิม โดยเฉพาะในด้านการสังเกต วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล 2) นักเรียนที่มีโอกาสทำการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น มีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ

สุดารัตน์ สันจรรัตน์ และดุจเดือน ไชยพิชิต (2564) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับผังกราฟิก ให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับผังกราฟิก ให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศรีหนองกาววิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมเขต 25 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้อง จำนวน 28 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารรอบตัว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.23/80.85 ซึ่ง เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนเรียน คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 15.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 51.60 และหลังเรียนคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.60 โดยความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 35.33 และหลังเรียนคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 24.03 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.10 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58

ชบา เมืองจีน (2564) การเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 57 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบ

เจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เรื่องสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 แผน 2) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมทั้ง 4 ด้าน คือ 1) ด้านการตั้งปัญหา 2) ด้านการวิเคราะห์ปัญหา 3) ด้านการเสนอวิธีแก้ปัญหาและ 4) ด้านตรวจสอบผลลัพธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

พิมพ์พร ภิญโญ (2565) การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน (PBL)ให้มีนักเรียนร้อยละ 70 ของกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิถีธรรมแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับ 2 วงจรปฏิบัติการจำนวน 6 แผน (12 ชั่วโมง) 2) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ 4) แบบสัมภาษณ์นักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผ่านตามเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 57.14 มีพฤติกรรมทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.22 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางและหลังวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเป็นร้อยละ 90.48 และมีพฤติกรรมทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก นักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมทักษะด้านการระบุปัญหาและการวิเคราะห์ปัญหาสามารถบอกปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ดีนักเรียนสามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องได้หลากหลายทางเลือกและสามารถอธิบายบอกรายละเอียดได้ชัดเจน ถูกต้อง สมบูรณ์ตามขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา

ปัณฑารีย์ ถาวรศักดิ์ (2566) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 15 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 6 เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ที่เรียนโดย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน ทั้งหมด 58 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Aidoo, et al. (2016) ศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วยนักเรียน 102 คนที่เลือกจากโรงเรียนห้าแห่งและแต่ละแห่งมาจากห้าเขตในจังหวัดควาซูลู-นาตาลในแอฟริกาใต้ โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย สุ่มเลือกนักเรียนเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยแต่ละกลุ่มมีนักเรียน 51 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยวิธีการบรรยายแบบเดิม ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบ PBL ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และผลการวิจัยพบว่า PBL เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสอนวิชาเคมีเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

Thakur and Dutt (2017) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ในวิชาชีววิทยาต่อแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนของรัฐในเมือง Chandigarh สุ่มตัวอย่างนักเรียน 200 คน จากโรงเรียนสองแห่ง กลุ่มทดลองประกอบด้วยนักเรียน 100 คน ได้รับการสอนตามการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มควบคุมประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 100 คน ได้รับการสอนวิชาชีววิทยาโดยใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า 1) กลุ่มการเรียนรู้แบบมีปัญหามีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม 2) ผลการวิจัยพบว่าคะแนนความแรงจูงใจในการทำงานสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติในแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนั้นการรับรู้ปัญหาจึงส่งผลดีต่อระดับแรงจูงใจในการบรรลุผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

Khoiriyah and Husamah (2018) ศึกษาการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา และผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้การเรียนรู้จากปัญหาเป็นฐาน (PBL) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบทางการเรียน ประเมินการปฏิบัติงานและการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้สถิติ การหาเปอร์เซ็น ผลการวิจัยพบว่า (1) ทักษะการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ย 27% โดยมีอัตราสำเร็จ 47% (2) ค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิด 11% โดยมีอัตราการสำเร็จ 17.5% และ (3) ผลการเรียนรู้เฉลี่ย 13% ด้วยอัตราสำเร็จ 15% สรุปได้ว่าครูสามารถนำ PBL ไปใช้เพื่อพัฒนานักเรียน ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา และผลการเรียนรู้ได้

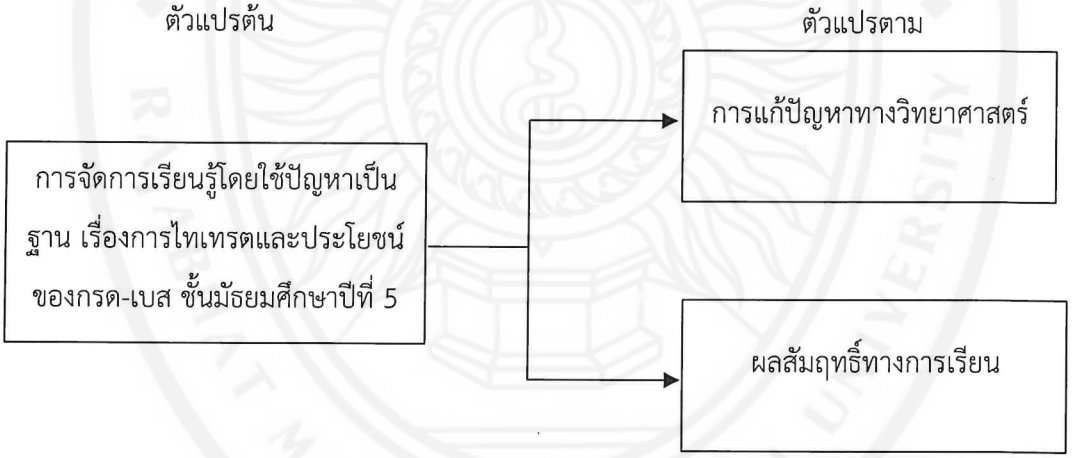
Chao and Chen (2019) ศึกษาผลกระทบของการเรียนรู้ด้วยปัญหา (Problem-Based Learning: PBL) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับมัธยมปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมปลายจำนวน 100 คน การศึกษาแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ใช้การเรียนรู้ด้วยปัญหาและกลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนแบบดั้งเดิม เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการ PBL มีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการดั้งเดิม 2) นักเรียนในกลุ่ม PBL สามารถใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ได้ดีขึ้น และมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง

Susetyarini, Nurohman and Husamah (2022) ศึกษาการวิเคราะห์ทักษะการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร การคิดเชิงวิพากษ์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปัญฐาน (Problem-Based Learning-PBL) กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน จำนวน 38 คน ดำเนินการโดยการสังเกตของผู้สังเกตการณ์ 8 คนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน ด้านที่ประเมิน ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานร่วมกันและการสื่อสาร การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นเชิงพรรณนาและบรรยายสิ่งที่ผู้สังเกตพบในแต่ละกลุ่มระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้และการคำนวณร้อยละของเกณฑ์ความสามารถทั้ง 4 ทักษะ แต่ละเกณฑ์ (ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกัน และการสื่อสาร) พบว่า ทักษะการทำงานร่วมกัน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการสื่อสารอยู่ในประเภทที่ดีในรอบที่หนึ่งและรอบที่สองเพิ่มขึ้นจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยของการศึกษานี้เป็นการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหาที่สามารถพัฒนาทักษะ 4C ได้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่าทั้งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยพบว่า มีการนำจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในหลากหลายวิชา ผลที่ได้จากงานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศมีลักษณะที่สอดคล้องกันคือ การนำการจัดการโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา เข้าใจในขั้นตอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการส่งเสริมการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ผลการศึกษางานวิจัยที่ได้สามารถนำมาสนับสนุน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่สามารถนำมาใช้ส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

2.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการจักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 9 ห้องเรียน ที่มีการจัดการเรียนรู้รูปแบบคละความสามารถ จำนวน 376 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส จำนวน 6 แผน เวลาเรียน 12 ชั่วโมง

3.2.2 แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ 3 สถานการณ์ ชนิดปรนัย จำนวน 15 ข้อ

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ของกระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คำอธิบายรายวิชา ขอบเขตเนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส

3.3.1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

3.3.1.3 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ของกระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3.1.4 ออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ตามจุดประสงค์และเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์ เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหา และเวลาเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	จุดประสงค์เรียนรู้	สถานการณ์ปัญหา	ชั่วโมงที่สอน
1	หลักการการไทเทรต	- บอกความหมายของการไทเทรต สารละลายมาตรฐาน และจุดสมมูล - ทดลองเพื่อศึกษาการไทเทรตแก้ปัญหาหาจุดยุติและหาจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่	การหาปริมาณสารโดยวิธีใช้สารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นที่แน่นอนให้ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดและเบสที่เข้าทำปฏิกิริยากันพอดี	3
2	การเลือกใช้อินดิเคเตอร์	- บอกความหมายและวิธีการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม - เปรียบเทียบเพื่อแก้ปัญหาหาอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรต กรด-เบส	กิจกรรมการไทเทรตเพื่อเปรียบเทียบและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม	2
3	คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบส	- คำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยใช้ข้อมูลจากการไทเทรต - ทดลองเพื่อแก้ปัญหาหาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบส	กิจกรรมการไทเทรตกรด-เบสเป็นกระบวนการที่ใช้วิเคราะห์หาความเข้มข้นหรือปริมาณกรดหรือเบสในสารละลายตัวอย่างโดยมีการเตรียม	3

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	จุดประสงค์เรียนรู้	สถานการณ์ปัญหา	ชั่วโมงที่สอน
			สารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น นักเรียนจะหาหาความเข้มข้นหรือปริมาณกรดหรือเบสในสารละลายตัวอย่างได้อย่างไร	
4	สมบัติและองค์ประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์	- บอกส่วนประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์และอธิบายสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์ - ทดลองเพื่อแก้ปัญหา pH ของสารละลายบัฟเฟอร์เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป	สารละลายบัฟเฟอร์ที่เป็นสารละลายผสมระหว่างกรดอ่อนกับเกลือของกรดอ่อนแล้วสารละลายผสมระหว่างกรดอ่อนกับเกลือของเบสอ่อน เช่น น้ำทะเลเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ได้หรือไม่จะอธิบายได้อย่างไร	1
5	ประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	- อธิบายประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์ - สืบค้นประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	การเปลี่ยนแปลงกรด-เบสมาก ๆ มีผลให้เอนไซม์ทำงานไม่ได้ ร่างกายจึงจำเป็นต้องคอยรักษาดุลยภาพของกรด-เบส ให้คงที่	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	จุดประสงค์เรียนรู้	สถานการณ์ปัญหา	ชั่วโมงที่สอน
6	การใช้ประโยชน์และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	- อธิบายการนำความรู้ในการประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสในชีวิตประจำวัน - สืบค้นการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส	น้ำยาล้างห้องน้ำ ชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนที่รุนแรง สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ คือ กรดเกลือ เพื่อขจัดคราบที่เกิดจากอนุภาคโลหะ โดยสามารถเข้าสู่ร่างกายจากการสัมผัสผ่านทางผิวหนังโดยตรง จะทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรง	1
รวม				12

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเสนอเพื่อพิจารณาให้คำแนะนำ ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล แล้วนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ปรับแก้สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้เข้าใจง่าย และปรับเวลาที่ใช้ในการสอนให้เหมาะกับเนื้อหาวิชา

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1) รองศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ชุยกระเดื่อง กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลารศึกษา) คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและการวัดประเมินผล

2) ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์ ปร.ด. (เคมี) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3) นายโกศล สีสังข์ วท.ม. (เคมีศึกษา) ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

3.3.1.7 สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบมาตราส่วนประมาณหาค่า 5 ระดับซึ่งผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการเรียนรู้ โดยใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ (ไพศาล วรคำ, 2566) โดยเกณฑ์การประเมินดังนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีคุณภาพในระดับมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพในระดับน้อย

1 หมายถึง มีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด

3.3.1.8 นำคะแนนประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมิน มาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) กำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สามารถนำไปใช้ได้มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์และแปลความหมาย ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2566)

4.51-5.00 มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมมาก

2.51-3.50 มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 มีคุณภาพอยู่ในระดับ เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.52-4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45-0.58 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ตารางภาคผนวก ข.1)

3.3.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.3.2 แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.3.2.2 กำหนดองค์ประกอบของการวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอนของ Quellmalz (1985) ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา 4) วิธีการแก้ไขปัญหา 5) การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้

3.3.2.3 สร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ 4 สถานการณ์ ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ต้องการนำไปใช้จริง 3 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อ (ดังแสดงในตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับจำนวนข้อสอบ

ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบเชิงสถานการณ์	
	สร้าง 4 สถานการณ์/ข้อ คำถาม	ใช้ 3 สถานการณ์/ข้อ คำถาม
การระบุปัญหา	4	3
การตั้งสมมติฐาน	4	3
การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา	4	3
วิธีการแก้ไขปัญหา	4	3
การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้	4	3
รวม	20	15

3.3.2.4 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งลักษณะการใช้คำถาม ความชัดเจนของตัวเลือก และภาษาที่ใช้แล้วปรับปรุงแก้ไข ได้แก่ ควรใช้ข้อคำถามที่นักเรียนสามารถวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้ ไม่ควรใช้ประโยคที่ซับซ้อนจนเกินไปต่อนักเรียน

3.3.2.5 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมทั้ง 3 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Quellmalz (Index of Item Objective: IOC) โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กำหนดค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2566) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Quellmalz

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Quellmalz

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Quellmalz

3.3.2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย พบว่าแบบทดสอบมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 (ตารางภาคผนวก ข.2)

3.3.2.7 ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ได้แก่ ปรับข้อคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น และภาษาที่ใช้ให้เป็นปัจจุบัน เช่น ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนให้เป็น ความเป็นกรด-เบส

3.3.2.8 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คนโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.3.2.9 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) โดยใช้ดัชนีอำนาจจำแนก (Item Discrimination Index, r) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2566) ไว้ 3 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.34-0.67 (ตารางภาคผนวก ข-3)

3.3.2.10 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3 สถานการณ์ จำนวน 15 ข้อมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder–Richardson กำหนดค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป พบว่าแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85 (ภาคผนวก ข)

3.3.2.11 นำแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3 สถานการณ์ (ฉบับจริง) ไปทดสอบก่อนและหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

3.3.3.1 ศึกษาเอกสารตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3.3.2 ศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.3.3 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยอ้างอิงจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของ Bloom (1965)

3.3.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยทำการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียง 6 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

3.3.3.5 สร้างผังข้อสอบโดยสร้างข้อสอบจำนวน 40 ข้อ โดยมีความครอบคลุมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ Bloom ที่มีทั้งหมด 6 ด้าน ดังตาราง 3.3

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจำนวนข้อสอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้-ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า		รวม	
	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
1. บอกความหมายของการไทเทรต สารละลายมาตรฐาน และจุดสมมูล	1	1	1	0	1	0	-	-	-	-	1	1	4	2
2. หาจุดยุติและหาจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดแก่กับเบสแก่	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	3	3
3. บอกความหมายและวิธีการเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส	1	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	3	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้-ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า		รวม	
	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
4. คำนวณหาปริมาณกรดหรือเบสที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยใช้ข้อมูลจากการไทเทรต	-	-	-	-	2	1	1	1	1	0	1	0	5	2
5. หาความเข้มข้นของสารละลายจากการไทเทรตกรด-เบส	-	-	-	-	1	1	2	1	1	1	1	1	5	4
6. บอกส่วนประกอบของสารละลายบัฟเฟอร์และอธิบายสมบัติของสารละลายบัฟเฟอร์	2	1	1	1	-	-	1	1	-	-	1	1	5	4
7. หา pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ เมื่อเติมกรดหรือเบสลงไป	1	1	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	3	2

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ความรู้-ความจำ		ความเข้าใจ		การนำไปใช้		การวิเคราะห์		การสังเคราะห์		การประเมินค่า		รวม	
	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้	สร้าง	ใช้
8. อธิบายประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์	1	1	1	1	1	0	-	-	1	0	1	1	5	3
9. อธิบายการนำความรู้ในการประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบสในชีวิตประจำวัน	1	0	1	0	2	1	1	1	1	1	1	0	7	3
รวม	8	5	6	4	9	5	7	5	4	2	6	4	40	25

3.3.3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ที่สร้างเสร็จแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษาข้อความ และให้คำแนะนำแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ปรับข้อคำถาม ตัวเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหา และปรับข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้

3.3.3.7 นำเสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมที่ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยการประเมินความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ ข้อคำถามพฤติกรรมด้านความคิดของ Boom โดยพิจารณาเกณฑ์ให้คะแนน ดังนี้

+1 แน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ ข้อคำถามและพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดของ Bloom

0 ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องระหว่างตัวผลการเรียนรู้ ข้อคำถามและพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดของ Bloom

-1 แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้ ข้อคำถามและพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดของ Bloom

3.3.3.8 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดของ Bloom แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC โดยกำหนดค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2566) พบว่า ผลการประเมินของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67-1.00 (ตารางภาคผนวก ข.4)

3.3.3.9 ปรับปรุงและแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นฉบับทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับข้อคำถามให้ตรงกับผลการเรียนรู้เขียนให้ชัดเจนมากขึ้นและเทียบเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ชัดเจน

3.3.3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.3.3.11 นำผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) โดยใช้สูตรการหาค่าความยาก (Item Difficulty Index, p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (B) โดยใช้สูตรวิธีของ Brennan แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2566) ไว้จำนวน 25 ข้อ พบว่าแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.36-0.74 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.63 (ตารางภาคผนวก ข-5)

3.3.3.12 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ จำนวน 25 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ Lovett's Method ที่มีค่า 0.70 ขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2566) พบว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.90 (ภาคผนวก ข)

3.3.3.13 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 25 ข้อ (ฉบับจริง) ไปทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.4 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้น และทำการเก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างตามแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) (ไพศาล วรคำ, 2561) ซึ่งมีลักษณะของแบบแผนวิจัย ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แบบแผนการทดลองเบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
E	O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

O_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

O_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

X แทน การสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส

3.4.1.1 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และและวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานให้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4.2 แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน

3.3.4.3 วัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบเชิงสถานการณ์ 3 สถานการณ์ ชนิดปรนัย จำนวน 15 ข้อ

3.3.4.4 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง

3.3.4.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อและแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับเดิม)

3.3.4.6 นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส และแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 เปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยวิเคราะห์หา ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ค่าร้อยละ และทดสอบทีแบบกลุ่มไม่อิสระ (Dependent Sample t-test)

3.5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One Sample t-test)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน ($\overline{X}$) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561)

สูตร $$\overline{X} = \frac{\sum X}{n} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน นักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน ใช้สูตร ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2561)

$$\text{สูตร} \quad S = \sqrt{\frac{n\sum X^2}{n(n-1)}} \tag{3-2}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง

$\left(\sum X\right)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.6.1.3 หาค่าร้อยละ (Percentages, %) โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \% = \sqrt{\frac{f}{N}} \times 100 \tag{3-3}$$

เมื่อ % แทน ร้อยละ

f แทน ความที่รายการที่สนใจ

N แทน จำนวนทั้งหมด

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) (ไพศาล วรคำ, 2561) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N} \tag{3-4}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 หาค่าความยาก (Item Difficulty Index, p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ (ไพศาล วรคำ, 2561) โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตร $$p = \frac{f}{n} \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ
f แทน จำนวนคนตอบถูก
n แทน จำนวนคนทั้งหมด

3.6.2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination, B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ B-index ใช้อำนาจจำแนก 0.20-1.00 (ไพศาล วรคำ, 2561) โดยใช้สูตรดังนี้

สูตร $$B = \frac{f_p}{n_p} - \frac{f_F}{n_F} \quad (3\text{-}6)$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
f_p แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์
f_F แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์
n_p แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์
n_F แทน จำนวนคนไม่ผ่านเกณฑ์

3.6.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของ Lovett (Lovett's Method) (ไพศาล วรคำ, 2561) โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตร $$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum X - \sum X^2}{(k-1)\sum (X-C)^2} \quad (3\text{-}7)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

X แทน คะแนนของแต่ละข้อ

3.6.2.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ดัชนีอำนาจจำแนก (Item Discrimination Index, r) (ไพศาล วรคำ, 2561) โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตร $$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} \quad (3\text{-}8)$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

n_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

3.6.2.6 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธี Kuder-Richardson Methods (อรัญ ชุยกระเดื่อง, 2557) โดยใช้สูตร ดังนี้

สูตร $$KR\text{-}20 = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\Sigma p_i q_i}{s_t^2}\right) \quad (3\text{-}9)$$

เมื่อ KR-20 แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

k แทน จำนวนของข้อสอบ

p_i แทน สัดส่วนของการตอบถูกในข้อ i

q_i แทน สัดส่วนของการตอบผิดในข้อ i หรือ $1-p_i$

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการทดสอบค่าที แบบกลุ่มไม่อิสระต่อกัน (Dependent- Sample t-test) (ไพศาล วรคำ, 2566) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{d}}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} \text{ และ } df = n-1 \qquad (3\text{-}10)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{d}$ แทน ผลต่างเฉลี่ยของคู่คะแนน

S_d แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนคู่คะแนนหรือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

3.6.3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการทดสอบค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Sample t-test) (ไพศาล วรคำ, 2561) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{X}-\mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \text{ และ } df = n-1 \qquad (3\text{-}11)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร

s แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย (Mean)

S แทน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน (Standard Deviation)

t แทน ค่าสถิติทดสอบ t

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$Sig.$ แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.2 ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผลข้อมูล ผู้วิจัยเสนอวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเมินโดยใช้แบบทดสอบเชิงสถานการณ์ 3 สถานการณ์ ชนิดปรนัย จำนวน 15 ข้อ โดยนำคะแนนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละการพัฒนา ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นรายด้านก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ด้าน	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน			หลังเรียน			การพัฒนา
		$\overline{X}$	S	ร้อยละ	$\overline{X}$	S	ร้อยละ	ร้อยละ
การระบุปัญหา	3	1.19	0.49	39.67	2.06	0.46	69.00	29.33
การตั้งสมมติฐาน	3	1.24	0.49	41.33	2.12	0.46	71.00	29.67
การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา	3	1.33	0.49	44.33	2.60	0.46	86.67	42.34
วิธีการแก้ไขปัญหา	3	1.21	0.49	40.33	2.16	0.46	72.33	32.0
การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้	3	1.14	0.49	38.00	2.01	0.46	67.33	29.33
รวม	15	6.12	2.53	40.73	10.95	1.96	73.00	32.27

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละการพัฒนาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน พบว่า นักเรียนได้คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนด้านการระบุปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.19 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 คิดเป็นร้อยละ 39.67 ด้านการตั้งสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.24. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 คิดเป็นร้อยละ 44.33 ด้านการรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 คิดเป็นร้อยละ 44.33 ด้านวิธีการแก้ไขปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.21. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 คิดเป็นร้อยละ 40.33 และด้านการคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 คิดเป็นร้อยละ 40.78

การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน พบว่า นักเรียนได้คะแนนจากการทดสอบหลังเรียนด้านการระบุปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 คิดเป็นร้อยละ 69.00 ด้านการตั้งสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 คิดเป็นร้อยละ 71.00 ด้านการรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 คิดเป็นร้อยละ 86.67 ด้านวิธีการแก้ไขปัญหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.16 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 คิดเป็นร้อยละ 72.33 และด้านการคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.01 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 คิดเป็นร้อยละ 67.33

เมื่อพิจารณาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทั้ง 5 ด้าน พบว่า ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 6.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.53 คิดเป็นร้อยละ 40.73 และหลังเรียนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยรวมทั้ง 5 ด้าน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 10.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 คิดเป็นร้อยละ 73.00 โดยรวมร้อยละการพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ร้อยละ 32.27 โดยด้านที่พัฒนามากไปหาน้อย ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา (ร้อยละ 42.34) วิธีการแก้ไขปัญหา (ร้อยละ 32.0) การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 29.67) การระบุปัญหาและการคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อนำคะแนนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาเปรียบเทียบโดยแบบกลุ่มไม่อิสระต่อกัน (Dependent Sample t-test) ปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S	t	df	Sig
ก่อนเรียน	15	6.12	2.53	16.17*	40	.000
หลังเรียน	15	10.95	1.96			

*มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.53 และ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 เมื่อเปรียบเทียบโดยใช้สถิติทดสอบ พบว่า ค่า t เท่ากับ 16.17 ค่า Sig .000 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส มีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากข้อสอบจำนวน 25 ข้อ มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One Sample t-test) ปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของ กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนเกณฑ์	$\overline{X}$	S	t	df	Sig
หลังเรียน	25	17.5	19.48	1.78	5.36*	40	.000

หมายเหตุ. มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนหลังเรียน ค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 19.48 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.78 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า มีค่า t เท่ากับ 5.36 ค่า Sig .000 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้สรุปผลการการวิจัยหลังจากที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ผลการการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏดังนี้

5.1.1 การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.53 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติ Dependent-Sample t-test พบว่า นักเรียนมีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า หลังเรียนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.48 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.78 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบประเด็นที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 40.73 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 73.00 โดยรวมร้อยละการพัฒนาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ ร้อยละ 32.27 โดยด้านที่พัฒนามากไปหาน้อย ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา (ร้อยละ 42.34) วิธีการแก้ไขปัญหา (ร้อยละ 32.0) การตั้งสมมติฐาน (ร้อยละ 29.67) การระบุปัญหา(ร้อยละ 29.33) และการคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ (ร้อยละ 29.33) มีค่าใกล้เคียงกัน และผลที่ได้จากการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าวเนื่องมาจากนักเรียนได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากปัญหาโดยเน้นการใช้กระบวนการคิด ความเข้าใจ การรับรู้สิ่งเร้าที่มากระตุ้น แล้วทำให้เกิดการเรียนรู้ซึ่งผสมผสานระหว่างประสบการณ์ปัจจุบันกับประสบการณ์ในอดีต (รัชนีกร หงส์พนัส, 2547) เน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ นักเรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเท่านั้น ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ค้นพบด้วยตนเองและยังส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เพื่อสามารถนำมาแก้ปัญหาที่พบได้ (Hmelo and Everson, 2000) โดยมีขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและเห็นความสำคัญของปัญหา ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้และเป็นการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในด้านการระบุปัญหา ซึ่งนักเรียนได้ฝึกการสังเกตเหตุสถานการณ์ที่เกิดขึ้นและพยายามวิเคราะห์ว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริง ทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ แต่ด้านการระบุปัญหายังเป็นด้านที่มีการพัฒนาน้อย อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยดำเนินการสร้างสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกฝนนั้น ยังไม่มีความชัดเจนหรือเฉพาะเจาะจงมากพอ ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการระบุปัญหา ยังไม่ค่อยตรงตามประเด็นที่ต้องการ 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์และแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา เพื่อให้สามารถเข้าใจและจัดการกับปัญหาได้อย่างมีระบบ นักเรียนได้ฝึกทำความเข้าใจกับบริบทหรือสถานการณ์ปัญหา เช่น ปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อปัญหานั้นหรือสิ่งที่เกี่ยวข้องในปัญหา เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจกับปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุปัญหา ประเมิน และแก้ไข

ปัญหาของสถานการณ์ได้อย่างรอบด้าน 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย เป็นการส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในด้านการรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นด้านที่มีการพัฒนามากที่สุด แสดงถึงความสามารถในการวางแผนการดำเนินงานโดยศึกษาจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ของนักเรียน 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้านั้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร ทำให้นักเรียนเกิดการตั้งสมมติฐานหรือเกิดกระบวนการคาดคะเนคำตอบและช่วยให้นักเรียนได้ฝึกหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา 5) ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องสรุปและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด ช่วยให้เกิดการวิเคราะห์ แยกแยะ ว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งส่งเสริมด้านการคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ อย่างไรก็ตามด้านนี้ยังเป็นด้านที่มีการพัฒนาน้อย อาจเนื่องมาจากการเข้าใจผิดในสาเหตุของปัญหา ทำให้ระบุปัญหาได้ไม่ตรงจุด และส่งผลให้การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ไม่ตรงกับสิ่งที่ควรจะแก้ ซึ่งนักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากผู้วิจัยสร้างสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การรวบรวมข้อมูล เพื่อแก้ปัญหา และการคาดการณ์ของผลที่ได้และนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ สอดคล้องกับที่ สรวีย์ นาคเกษม และคณะ (2563) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเป็นกระบวนการคิดอย่างมีขั้นตอนและต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์เดิมเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาด้วย สามารถวัดได้จากแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติฝึกแก้ปัญหาให้มีทักษะการคิดแก้ปัญหาสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิตในสังคมโลก ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นการให้นักเรียนได้รับรู้กระบวนการคิดแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทุกคนจึงควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจในสิ่งรอบตัว มีความมุ่งมั่นตั้งใจและมีความสุขที่จะค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามและสามารถสื่อสารสิ่งที่ค้นพบให้ผู้อื่นเข้าใจได้มากที่สุด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ผลการวิจัยที่ได้นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปัณฑารีย์ ถาวรศักดิ์ (2566) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 15 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 77.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเหมาะสมต่อการเรียนรู้ จากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สนใจกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม และบรรยากาศในการเรียนเป็นไปด้วยความสนุกสนาน ไม่ตึงเครียด เนื่องจากนักเรียนได้ทำงานร่วมกันกับเพื่อน ๆ และยังได้ฝึกทักษะการติดต่อสื่อสาร สร้างความรู้จากกระบวนการทำงานเป็นทีม เพื่อให้ได้หลักการในการแก้ปัญหาได้ สอดคล้องกับ Allen and Duch (1998) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นโดยการใช้ปัญหาในการสอบถามเพื่อให้นักเรียนต้องแก้ปัญหา โดยที่นักเรียนต้องระบุและค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักการที่จะนำมาเพื่อแก้ปัญหา ต้องทำงานเป็นทีม และเสริมทักษะของการติดต่อสื่อสารบูรณาการความรู้ คล้ายกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยเฉพาะสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวันที่มีความสำคัญต่อนักเรียนและเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง เนื่องจากความรู้และกระบวนการที่ได้มาเกิดขึ้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง นักเรียนเป็นผู้วางแผนการสืบเสาะหาความรู้ และปฏิบัติงานตามแผนที่ตนเองวางไว้และนักเรียนเป็นผู้ประเมินผลงานของตนเอง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ ให้นักเรียนสามารถจดจำข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาได้ ทั้งยังส่งเสริมให้ฝึกในด้านความรู้ความจำ ในขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนรู้เช่น สถานการณ์ปัญหาเรื่องหลักการการไทเทรต และวิเคราะห์ปัญหา โดยการแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา เพื่อให้สามารถนำองค์ประกอบของปัญหาไปอธิบายไปยังบริบทอื่น ๆ ได้ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจสถานการณ์ สามารถระบุปัญหาและแก้ปัญหาในบทเรียนได้ ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่นักเรียนค้นหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ส่งผลให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนมาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนต้องสรุปภาพรวมของการแก้ปัญหา เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนและได้ฝึกฝนโดยการนำความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่จากหลายแหล่งมาสังเคราะห์ เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ทำให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณาและประเมินทางเลือกต่าง ๆ สำหรับการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ส่งเสริมด้านการประเมินค่าให้นักเรียนได้สรุปและประเมินข้อมูลที่ได้เรียนรู้ได้อย่างตรงประเด็น สอดคล้องกับที่ รัชนี อุดทา (2552) กล่าวว่า การเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้

นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์สถานการณ์ที่พบหลังจากนั้นวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือใกล้เคียงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันทำให้มีข้อมูลเป็นแนวทางในการหาเหตุผลของคำตอบ อีกทั้งวิธีแก้ปัญหาเนื่องจากมีการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมตามลำดับได้แนวทางที่หลากหลายจากการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การเรียนรู้สิ่งใหม่จะได้ผลดีขึ้น ถ้าได้มีการเชื่อมโยงหรือกระตุ้นความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ 2) การเรียนรู้เนื้อหาที่ใกล้เคียงสถานการณ์จริงหรือมีประสบการณ์ตรงจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น และ 3) เนื่องจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนกลุ่มย่อย การได้แสดงออก แสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายถกเถียงกันจะทำให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้สิ่งนั้นได้ดีขึ้น (ไพศาล สุวรรณน้อย, 2558) จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ นันทนา ฐานวิเศษ และวาสนา กีรติจำเริญ (2561) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยการเรียนรู้งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.64 คะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าเท่ากับ 9.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และยังสอดคล้องกับการวิจัยของ กมลชนก จันทร (2564) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาการการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้นำสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งสถานการณ์ปัญหามีกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้ปฏิบัติการ และผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความกังวลในการใช้อุปกรณ์การทดลอง ทำให้นักเรียนไม่กล้าลงมือทำการทดลองเพื่อแก้สถานการณ์ปัญหา ครูจึงควรให้คำแนะนำการใช้อุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนเข้าใจก่อนเริ่มทำกิจกรม เพื่อให้นักเรียนได้แก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการให้นักเรียนได้ฝึกฝนพัฒนาตนเองและแสดงความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่

5.3.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการนำสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ที่ต้องการให้นักเรียนได้รับกับการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน นักเรียนอาจเกิดการสับสนเกี่ยวกับประเด็นของปัญหา ดังนั้นครูผู้สอนต้องวางแผนการจัดกิจกรรมคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำแนวทาง เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้สอนจะต้องชี้แจงวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนรู้ให้ชัดเจนก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนง่ายต่อการเรียนรู้และสามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาได้อย่างตรงประเด็น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สอนครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและทำงานร่วมกัน สามารถแลกเปลี่ยนความรู้คิดวิเคราะห์คำตอบร่วมกันภายในกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนเกิดการทำงานเป็นทีม ดังนั้น ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น การทำงานเป็นทีม การคิดวิเคราะห์ เป็นต้น

5.3.2.2 จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนั้นควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้ในเนื้อหารายวิชาอื่น ๆ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลชนก จันทร. (2564). *ผลของการจัดการเรียนรู้วิชาเคมีโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* สืบค้นจาก https://www.ipst.ac.th/wp-content/uploads/2021/04/IndicatorSci2560.pdf.

ขนิษฐา บุญภักดี. (2552). *การศึกษาปจจัยที่มีผลตอผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตรอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกลาธนบุรี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกลาธนบุรี.

ขวัญชัย พิมพะนิตย์. (2562). *การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยาเรื่องระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.

คมเพ็ชร วงษ์หล่ำ. (2565). *การพัฒนาแบบวัดจิตอาสาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยประยุกต์ใช้แนวคิดการเข้าถึงคุณลักษณะที่มุ่งวัดของแบบสอบ.* (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต).พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จุฑามาศ แจ่มจำรัส. (2565). *การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชนิดา ยอดสาลี และกาญจนา บุญส่ง. (2559). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาประจวบคีรีขันธ์ เขต 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เพชรบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ชบา เมืองจีน. (2565). การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจ ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง, *วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 16*(2), 84.

ทิศนา แขมมณี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพแหงจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

นงเยาว์ เปรมกมล. (2557). *การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อการคิดวิเคราะห์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภา หลิมรัตน์ และพวงพะยอม แก้วพิลา. (2550). คุณสมบัติ Tutor ที่ดีในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน: มุมมองจากนักศึกษา. *วารสารการประกันคุณภาพมหาวิทยาลัยขอนแก่น,* 8(1), 43-51.

นราลักษณ์ ผ่องปัญญา. (2560). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านกระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นันทกา แสนคำภา. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้รู้รูปแบบค่ายเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

นันทชา อัมฤทธิ์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องงานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นันทนา ฐานวิเศษ และวาสนา กีรติจำเริญ. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้งานและพลังงานและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, *วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,* 29(2), 43-50.

น้ำเพชร สินทอง. (2541). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลระหว่างการอบรมเลี้ยงดูแบบเข้มงวดกวดขันแบบมีเหตุผลและแบบปล่อยปะละเลยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี 5 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยนนทบุรี ปีการศึกษา 2541.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2548). *สอนอย่างไรให้คิดเป็น.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วัฒนาพาณิช จำกัด.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). *การพัฒนาการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เทคนิคปริ้นติ้ง.

ปราณี หลำเบ็ญสะ. (2559). *การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล.* ยะลา: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

ปัณฑารีย์ ถาวรศักดิ์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 15 (เวียง เก่า แสน ภู วิทยา ประสาท) จังหวัดเชียงราย. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา,* 34(2), 43-55.

พรทิพย์ สังเกตุ. (2564). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2555). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: เฮ้า ออฟ เคอร์มิสท์ จำกัด.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556*). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: บริษัท เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์ จำกัด.

พิชิตทอง ครองพลขวา. (2559). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิพัฒน์ มลิวัลย์. (2562). *การส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในนักเรียนมัธยมปลายผ่านการทดลอง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิมพ์พร ภิญโญ. (2565). *การพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

แพรวนภา แก้วกุก. (2565). *การพัฒนาแบบวัดเชิงสถานการณ์เพื่อวัดความเป็นพลเมืองดิจิทัลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไพศาล วรคำ. (2566). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 14). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

ไพศาล สุวรรณน้อย. (2558). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning: PBL) เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.* สืบค้นจาก https://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิชย์.

มนชิดา เรืองรัมย์. (2556). *การพัฒนาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors), *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.),* 42(185), 14-18.

มังกร ทองสุขดี. (2552). *การวางแผนการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ: บัวหลวงการพิมพ์.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2549). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชนี อุดทา. (2552). *การส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปางสัก จังหวัดเชียงใหม่.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รัชนีกร หงส์พนัส. (2547). การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก: ความหมายสู่การเรียนการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม. *วารสารมนุษยศาสตร์ปริทรรศน์,* 26(1), 44-53.

เรวัต ศุภมั่งมี. (2542). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2540). *การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหา.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. (2543). *การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* เอกสารประกอบการอบรมโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: 11 สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์. (2554). *การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหากับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรเวศม์ สุวรรณระดา. (2558). *การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ในการจัดทำนโยบายสาธารณะ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัลลี สัตยาศัย. (2547). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: บุ๊คเน็ท.

วิรัตน์ ธรรมาภรณ์. (2549). *การพัฒนาแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดผลสัมฤทธิ์การใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). *รายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET).* สืบค้นจาก http://www.niets.or.th/.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2022.* สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/news-21/.

สมถวิล วิจิตรวรรณา. (2565). แบบวัดเชิงสถานการณ์: ประยุกต์ใช้วัดคุณลักษณะนิสัย. *วารสารการวัดประเมินผลสถิติและการวิจัยทางสังคมศาสตร์,* 3(1), 11-19.

สมพร จองคำ. (2553). *เทคโนโลยีชีวการแพทย์ในประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

สรวีย์ นาคเกษม, ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ และชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2563). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหามงกุฎราชวิทยาลัย,* 8(2), 54-69.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.* กรุงเทพฯ: ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579.* กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์. (2560). *การศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพื่ออนาคต.* กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุดารัตน์ ไชยเลิศ. (2553). *การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุดารัตน์ สันจรรัตน์ และดุจเดือน ไชยพิชิต. (2564). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารร้อยแก่นสาร,* 6(7), 161-175.

สุทัศน์ ยกส้าน. (2546). *ฟิสิกส์ฉบับสมบูรณ์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุทัศน์ สังคะพันธ์. (2557). *ทำไมต้องทักษะในศตวรรษที่ 21 ในบทความทักษะแห่งศตวรรษที่ 21.*

นิสิต ปริญญาเอก หลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สุธี ชุติไพจิตร. (2562). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุภาพร รัตน์น้อย. (2546). *ผลของการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุวิชา วันสุดล. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แล*
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับก
เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ
มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิ
อนันต์ ศิริทองสุข. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะก*
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิ
(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนคริ
อรทัย จันใด. (2553). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอั*
ประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร. (วิ
มหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
อรัญ ซุยกระเดื่อง. (2557). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางการ*
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
อังคณา ลังกาวงศ์. (2552). *ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนช่วง*
เสริมเกมวิทยาศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่
อำพร ไตรภัทร. (2549). *คู่มือการเรียนการสอนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์* (พิ
ขอนแก่นการพิมพ์.
อุษา จินตมุทธา. (2561). *การวิจัยเชิงทดลองในด้านสิ่งแวดล้อม.* เชียงใหม่
Aidoo, B., Boateng, S. K., Kissi, P. S. and Ofori, I. (2016). Effect of
Learning on Students' Achievement in Chemistry. *Journa*
Practice, 7(33), 103-108.
Allen, D. E. and Duch, B. J. (1998). *Thinking Toward Solutions: P*
Activities for General Biology. New York: Harcourt Brace.
Barell, J. (1998). *Problem-Based Learning: An Inquiry Approach.*
Skylight Training and Pub.
Barrows, H. S. and Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learn*
Medical Education. New York: Springer Publishing Compa
Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The*
Educational Goals. New York: David McKay.

Bloom, B. S. (1982). *Human Characteristics and Schoo*
McGraw-Hill.

Chao, Y. C. and Chen, C. H. (2019). The Effects of Prob
Problem-Solving Skills in Science Education. *Jou*
Technology, 28(5), 450-465

Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning*
ASCD.

Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. New York

Gallagher, S. A. (1997). Problem-Based Learning: Where
It Do, And Where Is It Going. *Journal For the Edu*
332-362.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed). Ne

Hmelo, C. E. and Evensen, D. H. (2000). *Problem-Based*
Perspective on Learning Interactions. New Jersey
Associates Publishers.

Khoiriyah, A. J. and Husamah, H. (2018). Problem-Based
Skills, Problem-Solving Skills and Learning Outco
Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, 4(2), 151-16

Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutio*
Press.

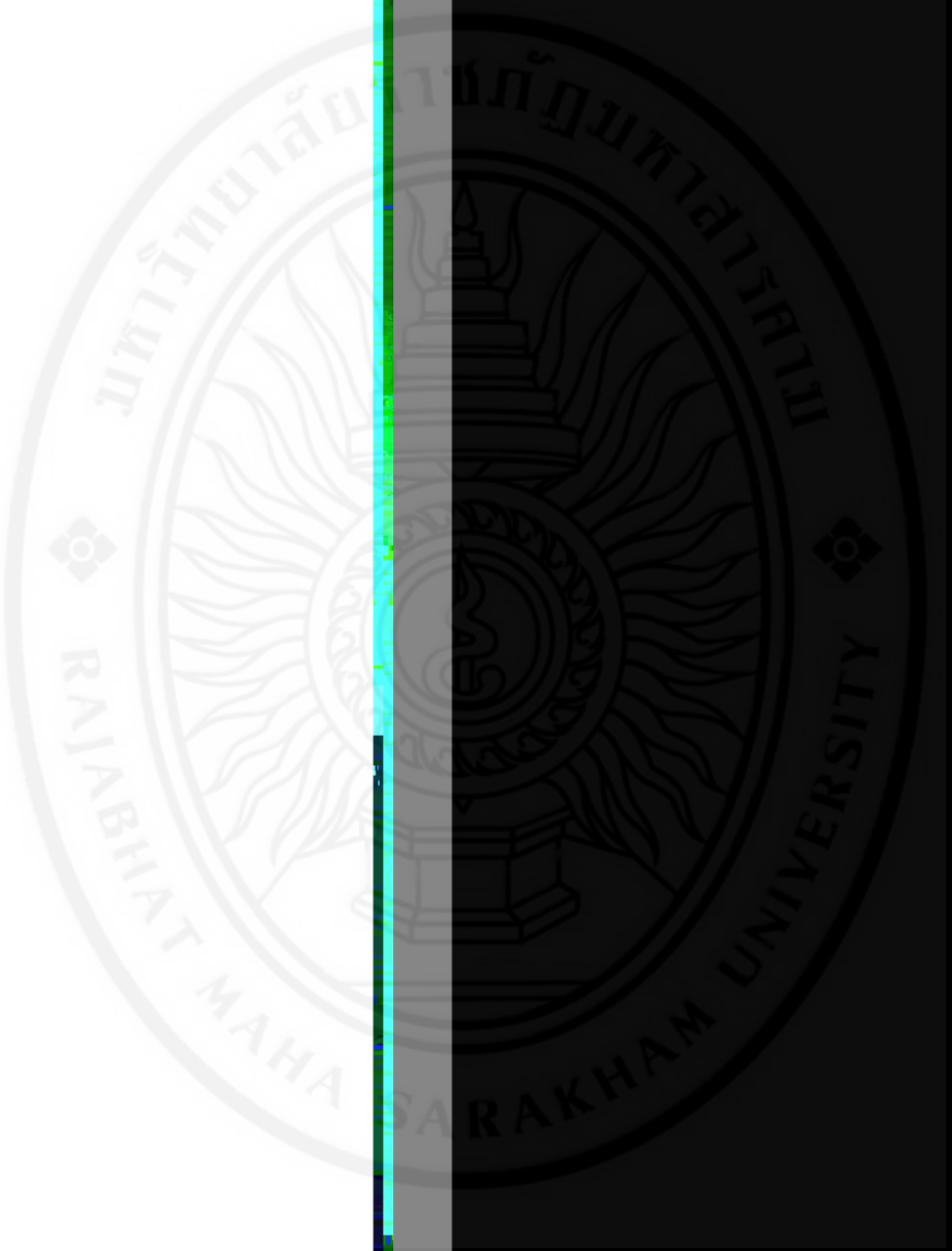
Popper, K. (1959). *The Logic of Scientific Discovery*. Lon
Group

Quellmalz, E. S. (1985). Needed: Better Methods for Tes
Skills. *Educational Leadership,* 43(2), 29-48.

Susetyarini, E., Nurohman, E. and Husamah, H. (2022). A
Collaborative, Communication, Critical Thinking, a
Problem-Based Learning. *Journal Penelitian Dan I*
E-Saintika, 6(1), 33-42.

Thakur, P ar
Expos
Multic





ภาคผ

เครื่องมือ




มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY


RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

4.ขั้นสังเคราะห์ควา

4.1 นักเรีย

กันภายในกลุ่ม

4.2 นักเรีย

ถูกต้อง สมบูรณ์และครบถ้ว

ร่วมกันอภิปรายและศึกษาค้น

5. ขั้นสรุปและประเ

5.1 นักเรีย

ข้อมูลที่ได้นั้นมีความถูกต้อง ค

5.2 นักเรีย

การทดลอง เรื่อง การทดลองก

1. ปริมาตรของสาร

ลออเรนจ์แต่ต่างจากของฟีนอ

2. จากการคำนวณป

สารละลายกรดแอซิติก พบว่า

การใช้ฟีนอลฟ์ทาลีนเป็นอินดิเ

3. ฟีนอลฟ์ทาลีนบอก

4. เมื่อพิจารณา pHข

เหนือช่วง pHการเปลี่ยนแปลงส

6. ขั้นนำเสนอและประ

6.1 นักเรียน

6.2 นักเรียนนำ

6.2 นักเรียน

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรีย

1. หนังสือเรียนรายวิชา

2. ใบกิจกรรม เรื่อง กา

3. สารเคมี/กลุ่ม

- สารละลายก

- สารละลายโ

- เมทิลออเรนจ์

- ฟีนอลฟ์ทาลีน 6 หยด

4. วัสดุและอุปกรณ์/กลุ่ม

- ปิเปตต์ขนาด 10 mL	1 อัน	- ขวดรูปกรวยขนาด 50 mL	6 ใบ
- บิวเรตต์ขนาด 50 mL	1 อัน	- บีกเกอร์ขนาด 100 mL	2 ใบ
- หลอดหยด	1 อัน	- ขาตั้งพร้อมที่จับ	1 ชุด
- ลูกยางปิเปตต์	1 อัน	- ขวดน้ำกลั่น	1 ใบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	วิธีการ/เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
พุทธิสัย การบอกความหมายของการไทเทรต สารละลายมาตรฐาน และจุดสมมูล	-ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์	-ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ทักษะพิสัย การทดลองเพื่อศึกษาการไทเทรตแก้ปัญหาหาจุดยุติและหาจุดสมมูลของปฏิกิริยาระหว่างกรดกับเบส	-ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์ -แบบประเมินทักษะกระบวนการ -แบบประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	-ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป -ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป
คุณลักษณะ ความตั้งใจเรียนรู้ ความรับผิดชอบต่องาน ความสามารถทำงานเป็นกลุ่ม	-แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน	-ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

การใช้สื่อ / แหล่งเรียนรู้

.....

.....

การวัดผล / ประเมินผล

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวขวัญสุดา คำควร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ความคิดเห็นของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นายโกศล สีสังข์)

ครูชำนาญการพิเศษ

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางพิสมัย พงษ์ศรีลา)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

ความคิดเห็นของฝ่ายบริหาร

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางกนกรัตน์ ศิริ)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารงานวิชาการ

โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสรรพ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

แบบบันทึกคะแนนรายบุคคล

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **รายวิชาเคมี**

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					คะแนนเก็บ (3 คะแนน)
		ใบกิจกรรม (10 คะแนน)	แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน (ผ/มผ.)	แบบประเมินทักษะกระบวนการ (ผ/มผ.)	แบบประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ผ/มผ.)	รวม (10 คะแนน)	

ชื่อ

(นางสาวขวัญสุดา คำควร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

แบบประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			ผลการประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน (ผ/มผ.)
		ความตั้งใจเรียนรู้ (3)	ความรับผิดชอบต่องาน (3)	ความสามารถทำงานเป็นกลุ่ม (3)	

ชื่อ

(นางสาวขวัญสุดา คำควร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมระหว่างเรียน

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
ความตั้งใจเรียนรู้	มีความสนใจต่อการทำกิจกรรมดีมาก ตั้งใจเรียนในห้องดีมาก ชอบที่จะตอบคำถามเมื่อครูถามในห้องเรียนทุกครั้ง	มีความสนใจต่อการทำกิจกรรมอยู่บ้าง ตั้งใจเรียนในห้อง ตอบคำถามเมื่อครูถามในห้องเรียนบ้างบางครั้ง	มีความสนใจต่อการทำกิจกรรมน้อย ไม่ค่อยตั้งใจฟังหรือสนใจสิ่งอื่นมากกว่า ไม่ชอบตอบคำถามเมื่อครูถามในห้องเรียน
ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	- มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - ส่งงานตรงเวลาที่กำหนด	- มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน	- มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - ส่งงานช้ากว่ากำหนดมากกว่า 1 วัน
ความสามารถทำงานเป็นกลุ่ม	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม - วางแผนการทำงานร่วมกัน - แบ่งงานกันรับผิดชอบ แสดงและรับฟังความคิดเห็นร่วมกัน	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม - วางแผนการทำงานร่วมกัน - แบ่งงานกันรับผิดชอบ แต่ไม่รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในห้องเรียน แต่ไม่รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3	คะแนน 7-9 คะแนน	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ 2	คะแนน 4-6 คะแนน	หมายถึง	ดี
ระดับ 1	คะแนน 1-3 คะแนน	หมายถึง	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผล

นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินระดับที่ 2 ดี ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินทักษะกระบวนการ

เรื่อง หลักการการไทเทรต

คำชี้แจง ครูให้คะแนน 1, 2 และ 3 ลงในช่องแต่ละรายการประเมิน และสรุปคะแนนว่าผ่านเกณฑ์การประเมินหรือไม่

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			ผลการประเมินทักษะกระบวนการ (ผ/มผ.)
		ทักษะการสังเกต (3)	ทักษะการทดลอง (3)	ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (3)	

ลงชื่อ

(นางสาวขวัญสุดา คำควร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการ

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
ทักษะการสังเกต	สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายและอธิบายเหตุผลจากการทดลองได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายและอธิบายเหตุผลจากการทดลองได้อย่างถูกต้องบางส่วน	สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายและอธิบายเหตุผลจากการทดลองได้อย่างถูกต้องโดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนก่อน
ทักษะการทดลอง	สามารถปฏิบัติการทดลองโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้องเหมาะสม ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองเองได้และบันทึกผล การทดลองได้คล่องแคล่วมีความถูกต้อง	สามารถปฏิบัติการทดลองโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ แต่ยังต้องได้รับความช่วยเหลือจากครู ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองเองได้และการบันทึกผลการทดลองยังต้องถามครู	ปฏิบัติการทดลองโดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีได้ยังไม่ถูกต้อง ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองเองไม่ได้และบันทึกผลการทดลองครูต้องคอยช่วยตลอดเวลา
ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	สามารถนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาข้อสรุปและสามารถอธิบายข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาข้อสรุปและสามารถอธิบายข้อมูล ภายในขอบเขตที่กำหนดได้บางส่วน	สามารถนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาข้อสรุปและสามารถอธิบายข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนดได้โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนก่อน

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การประเมินผล นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินระดับที่ 2 ดี ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาเคมี

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน					ผลการประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ผ/มผ.)
		การระบุปัญหา (3)	การตั้งสมมติฐาน (3)	การการรวบรวมข้อมูลฯ (3)	วิธีการแก้ไขปัญหา (3)	การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้ (3)	

ลงชื่อ

(นางสาวขวัญสุดา คำควร)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
การระบุปัญหา	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนดได้บางส่วน	สามารถบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนดได้โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนก่อน
การตั้งสมมติฐาน	สามารถตั้งสมตฐานที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและครบทุกประเด็นปัญหา	สามารถตั้งสมตฐานที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้บางประเด็นปัญหา	สามารถตั้งสมตฐานที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้โดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนก่อน
การการรวบรวมข้อมูลหรือองค์ความรู้เพื่อใช้ในการพิจารณาแก้ไขปัญหา	สามารถรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนทุกประเด็น	สามารถรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้บางประเด็น	สามารถรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนทุกประเด็นโดยได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนก่อน
วิธีการแก้ไขปัญหา	สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาได้อย่างหลากหลายและครบทุกประเด็นปัญหา	สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาได้อย่างหลากหลายได้บางประเด็นปัญหา	สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาได้อย่างถูกต้องแต่ได้บางประเด็นปัญหา
การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้	สามารถอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรได้อย่างถูกต้องและครบทุกประเด็นปัญหา	สามารถอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร	สามารถอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรได้บางประเด็นปัญหา

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
		ได้ครบทุกประเด็นปัญหา	

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับ 3 คะแนน 11-15 คะแนน หมายถึง ดีมาก

ระดับ 2 คะแนน 6-10 คะแนน หมายถึง ดี

ระดับ 1 คะแนน 1-5 คะแนน หมายถึง พอใช้

เกณฑ์การประเมินผล นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ประเมินระดับที่ 2 ดี ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์

รายชื่อสมาชิกกลุ่มที่ .....

1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

6.....ชั้น.....เลขที่.....

7.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามจากสถานการณ์ต่อไปนี้

ในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดอะซิติก เข้มข้น 0.1mol/dm^3 ปริมาตร 10 cm^3 ให้ทำปฏิกิริยาพอดีกันกับสารละลายโซเดียมไฮดรดรอกไซด์ เข้มข้น เข้มข้น 0.1mol/dm^3 พบว่า เมื่อใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10.00 cm^3 เมื่อใช้เมทิลลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.00 cm^3

1. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้ คืออะไร

.....

.....

.....

2. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร

.....

.....

.....

3. มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา

.....

.....

.....

.....

4. จากสมมติฐานในข้อ 2 นักเรียนจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 4 แล้ว นักเรียนคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

6. จุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยากันพอดี เรียกว่า .....

7. สารที่ทราบความเข้มข้นแล้วโดยเราเป็นคนเตรียมเอง เรียกว่า .....

8. จุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี เรียกว่า.....

9. เมทิลออเรนจ์และฟีนอล์ฟทาลีนบอกจุดยุติในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดแอซิติกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้แตกต่างกันหรือไม่.....

10. การไทเทรตที่ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติจะสังเกตได้อย่างไร

.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้อินดิเคเตอร์ (เฉลย)

รายชื่อสมาชิกกลุ่มที่ .....

1.....ชั้น.....เลขที่.....

2.....ชั้น.....เลขที่.....

3.....ชั้น.....เลขที่.....

4.....ชั้น.....เลขที่.....

5.....ชั้น.....เลขที่.....

6.....ชั้น.....เลขที่.....

7.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมและตอบคำถามจากสถานการณ์ต่อไปนี้

ในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดอะซิติก เข้มข้น 0.1mol/dm^3 ปริมาตร 10 cm^3 ให้ทำปฏิกิริยาพอดีกันกับสารละลายโซเดียมไฮดรดรอกไซด์ เข้มข้น เข้มข้น 0.1mol/dm^3 พบว่า เมื่อใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10.00 cm^3 เมื่อใช้เมทิลลออเรนจ์เป็นอินดิเคเตอร์จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.00 cm^3

1. ปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้ คืออะไร

อินดิเคเตอร์ใดบอกจุดสมมูลได้ใกล้จุดยุติ

2. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร

ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ที่บอกจุดสมมูลได้ใกล้จุดยุติ

3. มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา

หลักการการไทเทรต จุดสมมูลและจุดยุติของเมทิลลออเรนจ์และฟีนอล์ฟทาลีน

4. จากสมมติฐานในข้อ 2 นักเรียนจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

ทำการทดลองการไทเทรตกรด-เบสโดยใช้เมทิลลออเรนจ์และฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์

5. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 4 แล้ว นักเรียนคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด

ได้ผลมาก เพราะ ผลจากการทดลองปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรตจนถึงจุดยุติของของเมทิลลออเรนจ์แต่ต่างจากของฟีนอลฟ์ทาลีน และจากการคำนวณปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ควรใช้ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลายกรดแอซิติก พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากการใช้ฟีนอลฟ์ทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ดังนั้นฟีนอลฟ์ทาลีนจึงบอกจุดยุติได้ใกล้เคียงกับจุดสมมูลมากกว่าเมทิลลออเรนจ์

คำถามท้ายกิจกรรม

6. จุดที่กรดกับเบสทำปฏิกิริยากันพอดี เรียกว่า .....จุดสมมูล.....

7. สารที่ทราบความเข้มข้นแล้วโดยเราเป็นคนเตรียมเอง เรียกว่า .....สารละลายมาตรฐาน.....

8. จุดที่อินดิเคเตอร์เปลี่ยนสี เรียกว่า.....จุดยุติ.....

9. เมทิลออเรนจ์และฟีนอล์ฟทาลีนบอกจุดยุติในการไทเทรตระหว่างสารละลายกรดแอซิติกกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้แตกต่างกันหรือไม่.....แตกต่างกัน.....

10. การไทเทรตที่ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์บอกจุดยุติจะสังเกตได้อย่างไร

.....สารละลายจะเปลี่ยนจากใสไม่มีสีเป็นสีชมพู.....



แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

<u>คำชี้แจง</u> 1. แบบทดสอบมีจำนวน 25 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 25 คะแนน

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ

1. จุดยุติ คือจุดใด (ความรู้-ความจำ)
   - ก. จุดที่กรดทำปฏิกิริยากันพอดีหรือสะเทินพอดีกับเบส
   - ข. จุดที่ค่า pH สูงสุดหรือต่ำสุด
   - ค. จุดที่ค่า pH เป็นกลาง
   - ง. จุดที่อินดิเคเตอร์ (Indicator) เปลี่ยนสี

2. จุดสมมูลคือจุดใด (ความรู้-ความจำ)
   - ก. จุดที่กรดทำปฏิกิริยากันพอดีหรือสะเทินพอดีกับเบส
   - ข. จุดที่ค่า pH สูงสุดหรือต่ำสุด
   - ค. จุดที่ค่า pH เป็นกลาง
   - ง. จุดที่อินดิเคเตอร์ (Indicator) เปลี่ยนสี

3. หากนักเรียนต้องการไทเทรต CH_3COOH ด้วย NaOH นักเรียนต้องใช้อินดิเคเตอร์ใด (ความเข้าใจ)
   - ก. เมทิลเรด (Methyl red)
   - ข. ฟีนอลฟ์ทาลีน (phenolphthalein)
   - ค. โบรโมไทมอนบลู (Bromothymol blue)
   - ง. เมทิลออเรนจ์ (Methyl orange)

4. เมทิลออเรนจ์ มีช่วง pH ที่เปลี่ยนสี 3.2- 4.4 (แดง-เหลือง) เมื่อหยดลงใน สารละลาย A พบว่าสารละลายเปลี่ยนเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ข้อใดถูกต้อง (ความเข้าใจ)
   - ก. สารละลายมีสมบัติเป็นกรด
   - ข. สารละลายมี pH ไม่เกิน 3.2
   - ค. สารละลายเป็นเบส
   - ง. สารละลายมี pH ไม่ต่ำกว่า 4.4

5. สารที่เหมาะสมกับการเตรียมเตรียมเป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับการไทเทรต กรด – เบส ควรมีสมบัติดังนี้ยกเว้นข้อใด (การประเมินค่า)

ก. ไม่ดูดความชื้น

ข. มีน้ำหนักโมเลกุลสูง

ค. เป็นกรด หรือ เบส

ง. เสถียร ไม่สลายตัวง่าย

6. การปิเปตต์แบบใช้ตวง (graduated pipette หรือ measuring pipette) (มีปริมาตรวัดละเอียด 0.1 มิลิลิตรอยู่ข้างปิเปต) เพื่อถ่ายสารปริมาตร 5.0 มิลิลิตร ควรทำตามข้อใด จึงจะเหมาะสมที่สุด (การนำไปใช้)

ก. ดูดสารเข้าไปในปิเปต 5 มิลลิลิตรแล้วปล่อยออกจนหมดพ่นสารที่เหลือค้างที่ปลายปิเปตออกด้วยลูกยาง

ข. ดูดสารเข้าไปในปิเปต 10 มิลิลิตรแล้วปล่อยออก 5 มิลลิลิตร

ค. ดูดสารเข้าไปในปิเปต 5 มิลลิลิตรแล้วปล่อยออกจนหมด

ง. ไม่ควรใช้ปิเปตนี้ 5 มิลลิลิตรควรเปลี่ยนไปใช้ปิเปตขนาน 5 มิลลิลิตรแทน

7. จงพิจารณาเลือกอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการไทเทรตสารละลาย $NaHCO_3$ เข้มข้น 0.10 mol/dm³ ด้วยสารละลาย HCl เข้มข้น 0.10 mol/dm³ (การนำไปใช้)
(H2CO3 มี $Ka_1 = 4.4 \times 10^{-7}$; $Ka_2 = 5.0 \times 10^{-11}$)

ก. ไทมอลบลู(เบส) ซึ่งเปลี่ยนสีใน ช่วง pH = 8.0 –9.6 (เหลือง - น้ำเงิน)

ข. ฟีนอลเรด ซึ่งเปลี่ยนสีใน ช่วง pH = 6.8 – 8.4 (เหลือง -แดง)

ค. ไทมอลบลู ซึ่งเปลี่ยนสีใน ช่วง pH = 1.2 – 2.8 (แดง - เหลือง)

ง. โบรโมครีซอลกรีน ซึ่งเปลี่ยนสีใน ช่วง pH = 3.8 – 5.4 (เหลือง - น้ำเงิน)

8. เมื่อสะเทินสารละลาย $Ba(OH)_2$ เข้มข้น 0.45 mole/dm³ ปริมาตร 40.0 cm³ อย่างสมบูรณ์ต้องใช้สารละลายกรด H_3PO_4 20.0 cm³ กรด H_3PO_4 ที่ใช้มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (การนำไปใช้)

ก. 0.60

ข. 0.90

ค. 1.20

ง. 1.35

9. ในการไทเทรตสารละลาย H_2SO_4 จำนวน 20 ml ด้วยสารละลาย NaOH ที่ความเข้มข้น 0.500 M ที่จุดยุติพบว่าใช้ไป 40 ml จงหาความเข้มข้นของ H_2SO_4 (การนำไปใช้)

ก. 0.12 M

ข. 0.25 M

ค. 0.50 M

ง. 1.00 M

10. อะซิทิลซาลิซิลิก ($C_9H_8O_4$) เป็นกรดมอนอโปรติก (กรดที่มีการแตกตัว 1 ครั้ง) ซึ่งเป็นส่วนผสมของยาแก้ปวดชนิดหนึ่งจำนวน 6 เม็ด ละลายในน้ำ 100 cm^3 แล้วนำไปไทเทรตกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.02 mol/dm^3 พบว่าที่จุดยุติใช้สารละลาย NaOH ไป 36 cm^3 จงหาปริมาณของอะซิทิลซาลิซิลิก ($C_9H_8O_4$) ในยาแก้ปวดมีกี่มิลลิกรัมต่อเม็ด
(C = 12, H = 1, O = 16) (การนำไปใช้)

ก. 20.6 mg/เม็ด

ข. 21.6 mg/เม็ด

ค. 22.6 mg/เม็ด

ง. 23.6mg/เม็ด

11. สารละลายชนิดหนึ่งมีความเข้มข้นของ ไฮดรอกไซด์ไอออน 1.0×10^{-6} โมล / ลิตร สารละลายนี้มี pH เท่ากับ 8 หรือไม่ (การประเมินค่า)

ก. ใช่ เพราะสารละลายเป็น กรด

ข. ใช่ เพราะสารละลายเป็น กลาง

ค. ใช่ เพราะสารละลายเป็น เบส

ง. ถูกทุกข้อ

12. เมื่อผสมสารละลาย CH_3COOH 0.20 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 และสารละลาย NaOH 0.10 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 เข้าด้วยกัน สารละลายที่ได้จะเป็นสารละลายที่มีสมบัติอย่างไร (การสังเคราะห์)

ก. สารละลายบัฟเฟอร์ ที่มี pH ต่า กว่า 7

ข. สารละลายบัฟเฟอร์ ที่มี pH สูงกว่า 7

ค. สารละลาย ที่มี pH เท่ากับ 7

ง. สารละลายที่ประกอบด้วยเกลือ CH_3COONa เพียงอย่างเดียว

13. การทำปฏิกิริยาของเบสกันสารใดที่เกิดสารคล้ายสบู่ (การวิเคราะห์)

ก. เบสกับแอมโมเนียมไนเตรต

ข. เบสกับน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์

ค. เบสกับกรดเกลือ

ง. เบสกับชิ้นอะลูมิเนียม

14. สำหรับน้ำหรือสารละลายทั่วไป การเติมเบสทำให้ OH^- ในสารละลายเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับปริมาณที่เติมลงไป

ข. น้อยลง

ค. เท่าเดิม

ง. ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

15. สารละลายบัฟเฟอร์ที่ประกอบด้วยกรดฟอร์มมิกและโพแทสเซียมฟอร์มเมตมี pH เท่ากับ 4 อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของเกลือ: กรด ควรมีค่าประมาณเท่าใด (การนำไปใช้)

ก. 0.36×10^{-4}

ข. 0.55

ค. 1.1

ง. 1.8

16. สารละลายบัฟเฟอร์ ทำหน้าที่อย่างไร (ความรู้-ความจำ)

ก. เพิ่มค่า pH ขึ้น

ข. ควบคุม pH ให้คงที่

ค. ลดค่า pH ต่ำลง

ง. เปลี่ยนแปลงค่า pH

17. การไทเทรตสารละลายกรดตัวอย่าง A ด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ในการทดลองใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งเปลี่ยนสีในช่วง pH 8.3-10.0 (ไม่มีสี-ชมพู) ณ จุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนจากใสไม่มีสี เป็นสีชมพู แสดงว่าสารละลาย A ควรเป็นสารใด (การสังเคราะห์)

ก. NaCl

ข. NaOH

ค. H_2O

ง. HCl

18. ถ้าจะเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ให้มี pH ประมาณ 9 ควรใช้สารผสมคู่ใด (การวิเคราะห์)

ก. NH_4OH และ NaOH

ข. $NaHCO_3$ และ HCl

ค. NH_3 และ NH_4Cl

ง. CH_3COOH และ CH_3COONa

19. ข้อความใด ไม่ถูกต้อง (การประเมินค่า)

ก. สารละลายผสม HCl 0.10 โมลาร์ และ KCN 0.30 โมลาร์ เป็นบัฟเฟอร์

ข. สารละลายผสม HF 0.10 โมลาร์ และ NaF 0.30 โมลาร์ ไม่เป็นบัฟเฟอร์

ค. สารละลายผสม NH_3 0.15 โมลาร์ และ NH_4Br 0.35 โมลาร์ มี pH = 8.88

ง. CH_3COONa 2.0 โมลาร์ ผสมกับ CH_3COOH 2.0 โมลาร์ เป็นบัฟเฟอร์ ที่ดีกว่า CH_3COONa 1.0 โมลาร์ ผสมกับ CH_3COOH 1.0 โมลาร์

20. ข้อใดเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ (ความเข้าใจ)

ก. น้ำทะเล

ข. เลือด

ค. น้ำมะพร้าว

ง. ถูกทุกข้อ

21. เพราะเหตุใด ในการตำน้ำพริกจึงไม่ควรบีบมะนาวลงไปในครกหิน (การนำไปใช้)

ก. น้ำมะนาวเป็นกรด สามารถทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบของหิน

ข. น้ำมะนาวเป็นเบส สามารถทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบของหิน

ค. น้ำมะนาว สามารถทำปฏิกิริยากับหินทำให้เกิดกลิ่นไม่ดี

ง. น้ำมะนาวจะไม่ให้รสเปรี้ยว

22. ข้อใดใช้กรดไนตริกและกรดเกลือในการทำผลิตภัณฑ์ (การสังเคราะห์)

ก. น้ำยาล้างห้องน้ำ

ข. น้ำยาล้างจาน

ค. สบู่

ง. ยาสีฟัน

23. สารละลายในร่างกายมนุษย์ต่อไปนี้มีสมบัติเป็นกรด (ความรู้-ความจำ)

ก. น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร

ข. น้ำดี

ค. เลือด

ง. ปัสสาวะ

24. ระดับความเป็นกรดเพิ่มขึ้นค่า pH จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย (การประเมินค่า)

ก. ไม่ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดแปรผกผันตรงกันกับค่า pH

ข. ไม่ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดกับค่า pH คงที่

ค. ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดแปรผกผันตรงกันกับค่า pH

ง. ใช่ เนื่องจากระดับความเป็นกรดแปรผันตรงกันกับค่า pH

25. นางสาวใบเฟิร์น ถูกน้ำยาล้างห้องน้ำซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรดราดที่นิ้วมือ จะมีวิธีทำอย่างไรจึงจะไม่เป็นแผลและไม่เจ็บ (การวิเคราะห์)

ก. ล้างด้วยแอลกอฮอล์แล้วทายาหม่องหรือขี้ผึ้ง

ข. รีบล้างด้วยน้ำสะอาดแล้ว ล้างด้วยน้ำยาล้างตา

ค. รีบจุ่มนิ้วลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ทันที

ง. รีบล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วจุ่มนิ้วลงในสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเจือจาง



แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

<u>คำชี้แจง</u> 1. แบบทดสอบมีจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน

2. จากสถานการณ์ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในกระดาษคำตอบ

สารที่มีฤทธิ์เป็นเบสต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง และใช้ให้ถูกวิธี เช่น ผงซักฟอกไม่ควรนำมาใช้ล้างจาน เพราะอาจจะมีสารเคมีตกค้างจากผงซักฟอกซึ่งอาจเป็นอันตรายเมื่อบริโภคเข้าไป และไม่ควรนำมาใช้สระผม เพราะด่างมีฤทธิ์กัดกร่อนโปรตีน ทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงได้เช่นกัน จะเห็นได้ว่า ในทุกๆวันเราได้สัมผัสกับสารที่มีความเป็นกรด-เบส มากมาย ทั้งที่มีประโยชน์และมีโทษต่อตัวเรา ดังนั้นจึงควรศึกษาและเรียนรู้สมบัติของสาร การใช้ และวิธีการป้องกันอย่างถูกต้องเพื่อให้สามารถ นำสารเหล่านี้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตนเอง รวมไปถึงสิ่งมีชีวิตอื่นและสภาพแวดล้อม

1. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)

ก. ด่างมีฤทธิ์กัดกร่อนโปรตีน

ข. อันตรายจากสารที่มีความเป็นกรด-เบส

ค. การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-เบส

ง. สารเคมีตกค้าง

2. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร (การตั้งสมมติฐาน)

ก. ศึกษาและเรียนรู้สมบัติของสาร การใช้ และวิธีการป้องกันอย่างถูกต้องจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย

ข. ด่างมีฤทธิ์กัดกร่อนโปรตีน ทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง

ค. ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-เบสได้อย่างเหมาะสม

ง. ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-เบสเป็นอันตราย

3. มีข้อมูลใดบ้างที่จำ เป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา (การรวบรวมข้อมูลฯ)

ก. วิธีการป้องกันผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-ด่างอย่างถูกต้อง

ข. การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-เบส

ค. สมบัติของด่างมีฤทธิ์กัดกร่อนโปรตีน ทำให้เกิดการอักเสบอย่างรุนแรง

ง. ถูกทุกข้อ

4. จากสมมติฐานในข้อ 2 นักเรียนจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร (วิธีแก้ไขปัญหา)

ก. ไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-เบส

ข. ใช้ผลิตภัณฑ์อื่นๆทดแทน

ค. ใช้ผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม

ง. ควรศึกษาและเรียนรู้สมบัติของสาร การใช้ และวิธีการป้องกันอย่างถูกต้อง

5. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 4 แล้ว นักเรียนคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด (การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้)

ก. ได้ผลดี เพื่อให้สามารถนำสารเหล่านี้มาใช้ได้อย่างเหมาะสม

ข. ได้ผลดี เพราะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรด-ด่างใหม่ๆ

ค. ได้ผลดี เพราะได้สภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น

ง. ได้ผลดี เพราะลดอันตรายจากการใช้ผลิตภัณฑ์

น้ำสีน้ำเงินของดอกอัญชันมีสารแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติ เป็นอินดิเคเตอร์ (Indicator) เช่นเดียวกับกระดาษลิตมัส (Litmus) สามารถใช้ทดสอบกรด-เบสของ สารเคมีได้ ในการทดลอง ถ้านำน้ำอัญชันที่แช่แข็งไปใส่ในแก้วที่มีน้ำเป็นกรด อัญชันที่แช่แข็งซึ่งลอย อยู่ในแก้วน้ำจะละลายเป็นสายน้ำสีแดงที่สวยงาม แสดงว่าสารนั้นเป็นกรด แต่ถ้านำไปใส่ลงในน้ำที่เป็นเบส จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว แสดงว่า สารนั้นเป็นเบส แต่ถ้าเป็นเบสเข้มข้นมาก ๆ จะเปลี่ยนเป็นสี น้ำเงินเข้มนั่นเอง เราสามารถนำน้ำดอกอัญชันไปทดสอบสารเป็นกรด (รสเปรี้ยว) และเบส (รสฝาด) ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเราไม่ต้องชิมนั่นเอง และเมื่อวอร์บีบน้ำมะนาวลงไปในน้ำอัญชัน ทำให้น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง สดใส ทำให้วอร์สงสัยทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

6. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)

ก. น้ำดอกอัญชันใช้ทดสอบกรด-เบสของ สารเคมีได้

ข. น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง

ค. น้ำสีน้ำเงินของดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์

ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

7. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร (การตั้งสมมติฐาน)

ก. น้ำดอกอัญชันใช้ทดสอบสารเป็นเบสได้

ข. น้ำดอกอัญชันใช้ทดสอบสารเป็นกรดได้

ค. การเปลี่ยนแปลงการกระจัด

ง. สารที่เป็นกรดมีผลทำให้น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง

8. ข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา (การรวบรวมข้อมูลฯ)

ก. คุณสมบัติของน้ำดอกอัญชัน

ข. สารที่ทดสอบกับดอกอัญชัน

ค. สีที่เปลี่ยนของน้ำดอกอัญชัน

ง. สารที่พบในดอกอัญชัน

9. จากสมมติฐานในข้อ 7 นักเรียนจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร (วิธีแก้ไขปัญหา)

ก. นำน้ำมะนาวมาทดสอบกับน้ำดอกอัญชัน

ข. นำสารละลาย NaOH ทดสอบกับน้ำดอกอัญชัน

ค. นำสารละลายน้ำตาลทดสอบกับน้ำดอกอัญชัน

ง. นำน้ำสบู่ทดสอบกับน้ำดอกอัญชัน

10. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 9 แล้ว นักเรียนคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด (การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้)

ก. ได้ผลดี เพราะสารละลายน้ำตาลทำให้น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง

ข. ได้ผลดี เพราะน้ำสบู่ทำให้น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง

ค. ได้ผลดี เพราะน้ำมะนาวทำให้น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง

ง. ได้ผลดี เพราะสารละลาย NaOH ทำให้น้ำดอกอัญชันเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีเขียว

ดินเปรี้ยว หมายถึงดินที่มีสภาพความเป็นกรด ถ้าค่า pH ต่ำกว่า 7 ถือว่าดินมีสภาพเป็นกรด และถ้าค่า pH ต่ำกว่า 4 แปลว่าดินมีสภาพเป็นกรดจัด หรือเปรี้ยวจัด ดินกรดจัดหรือดินกรดกำมะถัน ไว้ว่า acid sulfate soil ที่เรียกว่าดินเปรี้ยวนั้นเพราะว่าดินมีกรด sulfuric ปะปนอยู่ ซึ่งกรดที่ว่านี้มี รสเปรี้ยว แล้วสาเหตุที่ดินเปรี้ยวก็เพราะกรด พืชที่ปลูกบนพื้นที่ดินเปรี้ยวจะมีการเจริญเติบโตช้า สภาพต้นจะเตี้ยแคระแกร็น ใบไหม้ ไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ย ผลผลิตถดถอยอ่อนแอต่อโรคและแมลง สภาพดินโดยรวมจะแน่นแข็งเนื่องจากโครงสร้างทางด้านระบบนิเวศน์ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์ขาดสิ่งมีชีวิตเข้ามาทำกิจกรรมหนุนเนื่อง ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตแบบแร้นแค้น

11. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์นี้ (การระบุปัญหา)

ก. สภาพดินจะแน่นแข็ง

ข. พืชที่ปลูกมีการเจริญเติบโตช้า

ค. ดินที่มีสภาพความเป็นกรด

ง. ผลผลิตถดถอยอ่อนแอต่อโรคและแมลง

12. สมมติฐานของปัญหานี้คืออะไร (การตั้งสมมติฐาน)

ก. ดินขาดแร่ธาตุ

ข. ดินที่มีสภาพความเป็นกรดเพราะว่าดินมีกรด sulfuric ปะปนอยู่

ค.พืชไม่ได้รับธาตุอาหาร

ง. แมลงก่อความเสียหายให้กับพืช

13. มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้เพื่อหาคำตอบของปัญหา (การรวบรวมข้อมูลฯ)

ก. สมบัติของแร่ธาตุของดิน

ข. วิธีแก้ปัญหาดินเป็นกรด

ค. การให้ธาตุอาหารแก่พืช

ง. วิธีกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืช

14. จากสมมติฐานในข้อ 12 นักเรียนจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร (วิธีแก้ไขปัญหา)

ก. กำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืช

ข. เติมแร่ธาตุให้กับดิน

ค. ให้ธาตุอาหารแก่พืช

ง. ปรับสภาพดินโดยใช้ปูนขาว

15. เมื่อทำตามขั้นตอนในข้อ 14 แล้ว นักเรียนคาดว่าจะได้ผลมากน้อยเพียงใด เพราะเหตุใด (การคาดการณ์ลักษณะของผลที่ได้)

ก. ได้ผลดี เพราะเป็นการปรับสภาพดินเป็นกรด

ข. ได้ผลดี เพราะจะช่วยให้ดินมีแร่ธาตุมากขึ้น

ค. ได้ผลดี เพราะจะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี

ง. ได้ผลดี เพราะช่วยป้องกันความเสียหายให้แก่พืช

ภาคนวก ข

คุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

ตารางที่ ข.1 ผลวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
1. จุดประสงค์						
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
1.2 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ (K) ด้านทักษะและการปฏิบัติ (P) และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุไว้ชัดเจน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2. สาระสำคัญ						
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
2.3 มีความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย สำหรับระดับชั้นของผู้เรียน (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5)	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3. สาระการเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.3 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
3.4 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
4. กิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 ตอบสนองมาตรฐานและผลการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
4.2 สอดคล้องวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
4.3 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสมตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.00
4.5 มีเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้และใช้ภาษาที่มีความถูกต้อง	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.00
4.6 มีเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.00
4.7 ผู้เรียนมีการกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้และแสวงหาความรู้อย่างเป็นกระบวนการ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
4.8 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นอิสระ	4.00	4.00	4.67	4.67	4.67	4.67
4.9 ผู้เรียนมีการตั้งเป้าหมาย เลือกวิธีการเรียนรู้ และแสวงหาข้อมูลด้วยตัวผู้เรียนเอง	4.00	4.00	4.67	4.67	4.67	4.67
4.10 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม	4.00	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.39	4.56	4.67	4.67	4.67	4.47

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้						
5.1 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
5.2 กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้เองได้	4.00	4.00	4.00	4.67	4.00	4.00
5.3 สื่อมีความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย	4.00	4.00	4.00	4.67	4.67	4.67
5.4 ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.00	4.67	4.00	4.67	4.67	4.67
5.5 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	4.00	4.00	4.67	4.67	4.67
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.13	4.27	4.00	4.67	4.54	4.54
6. การวัดและประเมินผล						
6.1 วัดได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
6.2 วัดได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
6.3 ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินมีความหลากหลาย	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
6.5 เครื่องมือที่ใช้สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
6.6 เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสม	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67
ค่าเฉลี่ยรายด้าน	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้					
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	แผนที่ 5	แผนที่ 6
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$)	4.52	4.56	4.56	4.67	4.65	4.60
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	0.45	0.48	0.48	0.58	0.56	0.52
แปลความหมาย	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางสรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.52-4.67 (S = 0.45-0.58) ซึ่งหมายความว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 (S = 0.45) มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 (S = 0.48) มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 (S = 0.48) ที่มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 (S = 0.58) มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 (S = 0.56) มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 (S = 0.52) มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
16	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข-2 สรุปได้ว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 สถานการณ์ ที่เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลประเมินได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 4 สถานการณ์ มีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทั้ง 4 สถานการณ์ ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จาก 4 สถานการณ์ ให้เหลือเพียง 3 สถานการณ์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.50	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.69	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.71	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.55	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.52	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.64	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.76	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.71	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.55	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.67	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.64	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.69	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.71	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.50	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.52	ใช้ได้	0.51	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.64	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.50	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.55	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
19	0.67	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.55	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-3 สรุปได้ว่า แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 สถาณการณ์ มีค่าความยาก (Item Difficulty Index, p) ตั้งแต่ 0.50-0.76 และค่าอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่มโดยใช้วิธีของ B-index ตั้งแต่ 0.34-0.59 ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จาก 4 สถานการณ์ให้เหลือเพียง 3 สถานการณ์ ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.50-0.76 และมีค่าอำนาจแนกตั้งแต่ 0.34-0.67 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 สถานการณ์เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder–Richardson

$$KR-20=\left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1-\frac{\sum p_i q_i}{S_t^2}\right)$$

$KR-20$ แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

k แทน จำนวนของข้อสอบ

p_i แทน สัดส่วนของการตอบถูกในข้อ i

q_i แทน สัดส่วนของการตอบผิดในข้อ i หรือ $1-p_i$

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.85

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
10	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
14	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
16	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
17	1	-1	1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
19	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
20	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

แบบทดสอบข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	1	2	3			
23	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
24	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
27	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
30	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
39	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข-4 สรุปได้ว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 40 ข้อ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยวิธีการหาค่าความสอดคล้อง IOC ผลประเมินได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.33 – 1.00 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 40 ข้อ มีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 35 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจาก 35 ข้อ ให้เหลือเพียง 25 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ข.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.64	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.60	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.36	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.74	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.36	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.74	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.36	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.57	ใช้ได้	0.19	ทิ้ง	ปรับปรุง
9	0.57	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.45	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.60	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.60	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.74	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.55	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.52	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.36	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.50	ใช้ได้	0.50	ใช้ได้	ใช้ได้

(ต่อ)

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
18	0.50	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.64	ใช้ได้	0.17	ทิ้ง	ปรับปรุง
20	0.43	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.36	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.69	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.93	ทิ้ง	0.01	ทิ้ง	ตัดทิ้ง
24	0.43	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.62	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.57	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.45	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.52	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.74	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.36	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.64	ใช้ได้	0.17	ทิ้ง	ปรับปรุง
32	0.71	ใช้ได้	0.26	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.45	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.60	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.45	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.50	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.60	ใช้ได้	0.55	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.69	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.36	ใช้ได้	0.63	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.64	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางที่ ข-5 สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 40 ข้อ มีค่าความยาก (Item Difficulty Index, p) ตั้งแต่ 0.36 – 0.93 และค่าอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์โดยใช้วิธีของ B-index ตั้งแต่ 0.01 – 0.63 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจาก 40 ข้อ ให้เหลือเพียง 25 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36-0.74 และมีค่าอำนาจแนก ตั้งแต่ 0.22 - 0.63 เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส จำนวน 25 ข้อ เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของ Lovett (Lovett's Method)

$$r = 1 - \frac{k\sum T - \sum T^2}{(k-1)\sum (T-C)^2}$$

r แทน ค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

T แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.90

ภาคนวก ค

หนังสือขอความอนุเคราะห์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๓๙๘ ลงวันที่ ๑๕ สิงหาคม ๒๕๖๖
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ซุยกระเดื่อง

ด้วย นางสาวขวัญสุดา คำควร รหัสประจำตัว ๖๕๘๐๑๐๓๐๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา

☐ ตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการสอน

☑ ตรวจสอบความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผล

☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/ว๕๕๙๙

๑๔ ก

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

เรียน นายโกศล สีสังข์

ด้วย นางสาวขวัญสุดา คำพ
ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศึกษาใ
ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดย
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
มัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้ว
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยา
ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ
☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้
☐ ตรวจสอบความเหมาะ
การสอน
☑ ตรวจสอบความเหมาะส
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา
ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ค
อธิ

สาขาวิทยาศาสตรศึกษา
โทรศัพท์. ๐๔๓-๗๒๑๑๘ ต่อ ๑๐๑



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่ อว๐๖๑๙.๐๒/๕๑๗ ลงวันที่ ๒๐ ตุลาคม ๒๕๖๖
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย
เรียน อาจารย์ ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์

ด้วย นางสาวขวัญสุดา คำควร รหัสประจำตัว ๖๕๘๐๑๐๓๐๐๑๐๒ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ศึกษาในเวลาราชการศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย เพื่อ

- ☑ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
- ☐ ตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนรู้
- ☐ ตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- ☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ขวัญสุดา คำควร, มนชวัน วังกุลารกูร และเนตรชนก จันทร์สว่าง. (2568). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การไทเทรตและประโยชน์ของกรด-เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม,* 19(1) มกราคม-เมษายน.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวขวัญสุดา คำควร
วัน เดือน ปี เกิด	8 มกราคม พ.ศ. 2540
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 32 หมู่ 5 ตำบลธัญญา อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2564	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ.) สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2567	ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม) สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา (แผนวิชาชีพครู) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY