



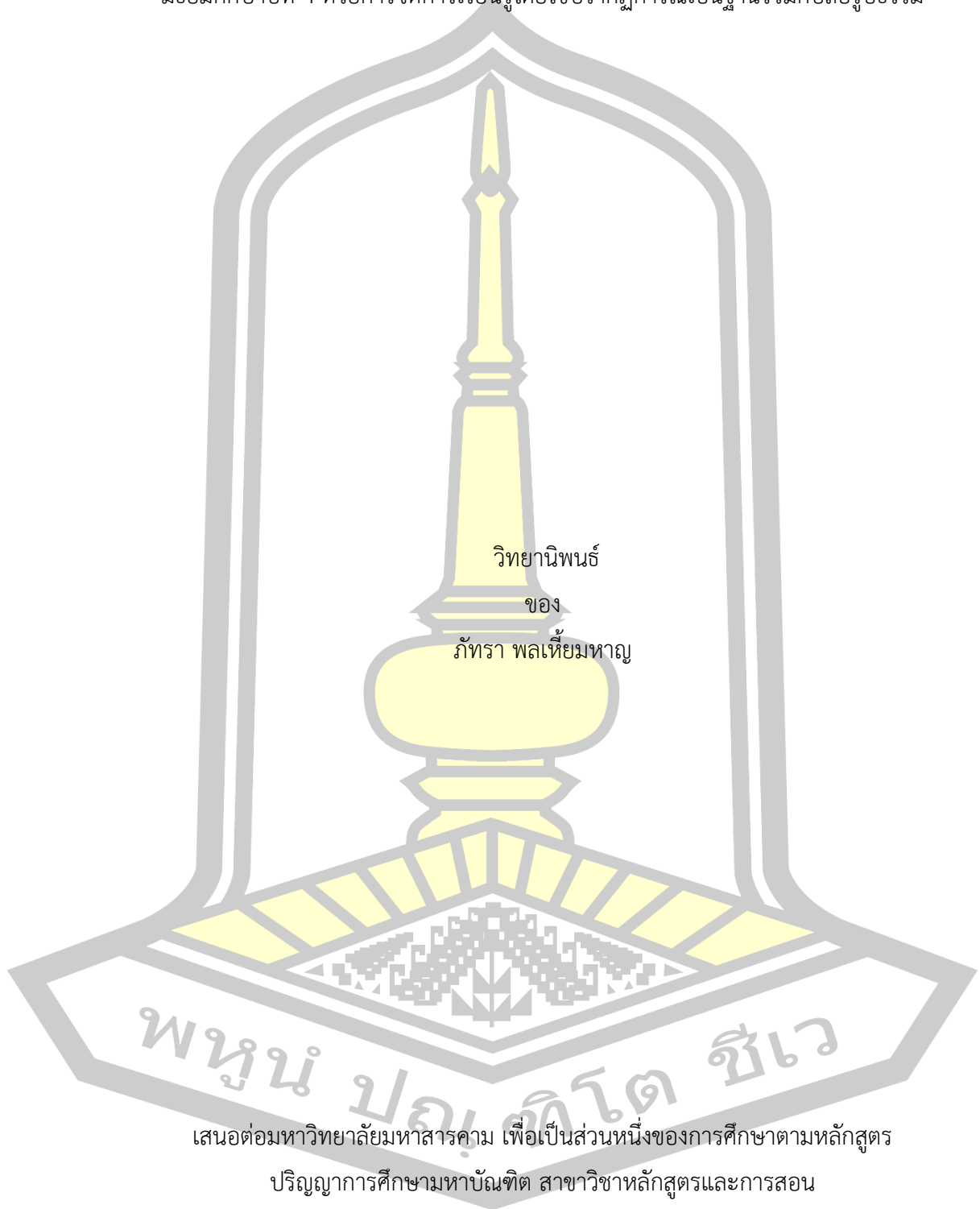
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

วิทยานิพนธ์
ของ
ภัทรา พลเยี่ยมหาญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
มิถุนายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม



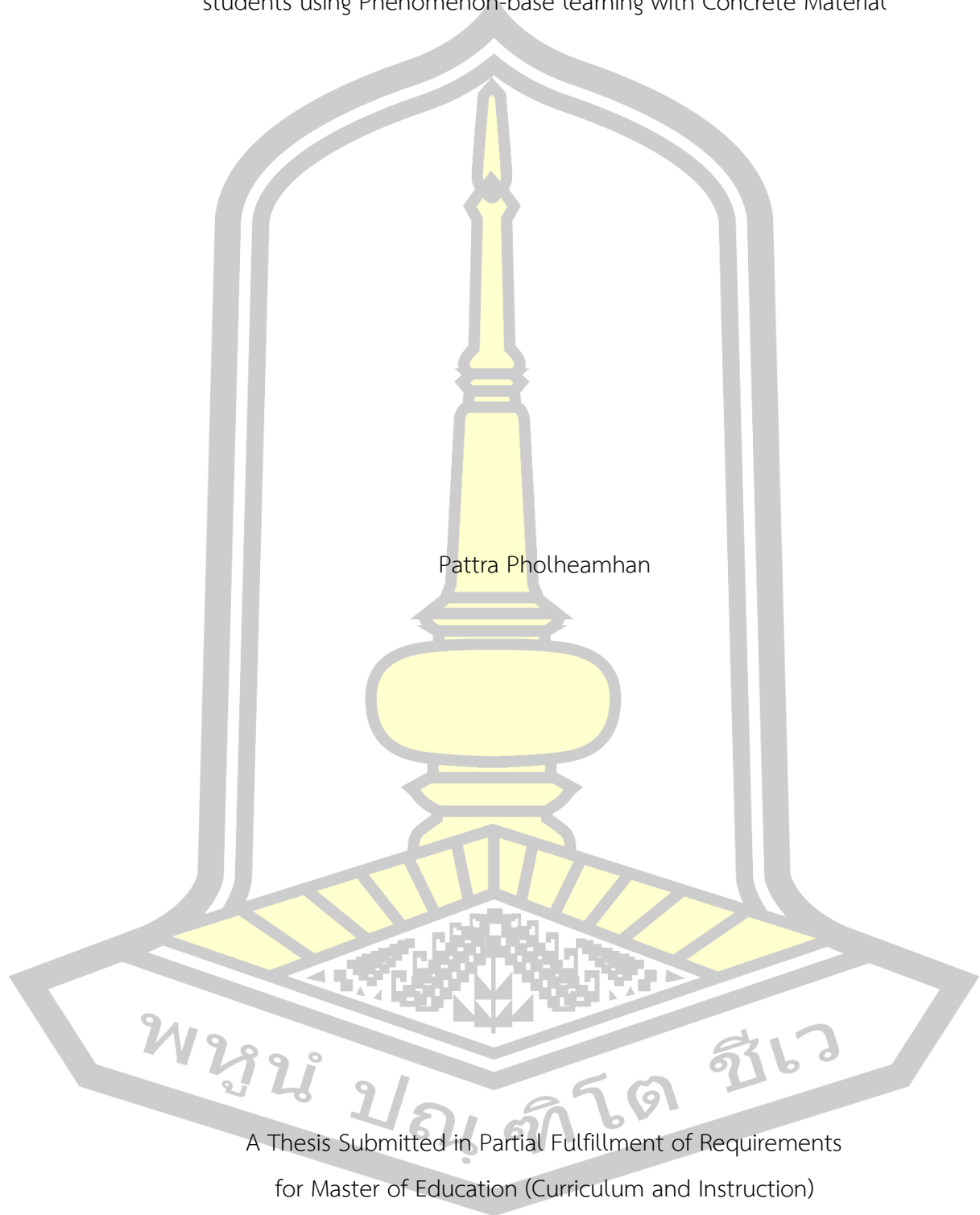
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

มิถุนายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Developing learning achievement and scientific reasoning of Mathayomsuksa 4
students using Phenomenon-base learning with Concrete Material



Pattra Pholheamhan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

June 2025

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวภัทรา พลเยี่ยม
หาญ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. วราพร เอรารวรรณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. อพันธ์ พูลพุทธา)

..... กรรมการ

(ผศ. ดร. รัฐส่าน เลاهشุโยธิน)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ศานิตย์ ศรีคุณ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. พลเดช เขาวรัตน์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พญานาค
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม		
ผู้วิจัย	ภัทรา พลเยี่ยมหาญ		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. อพันธ์ พิลาพิฑูธา		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2568

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีความมุ่งหมายของการวิจัย 1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อแบบจำลอง 3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง 4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 36 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง 2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Dependent sample t-test ผลการศึกษาพบว่า

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75.69/76.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมในระดับ มากที่สุด

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน, ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์, สื่อรูปธรรม



TITLE	Developing learning achievement and scientific reasoning of Mathayomsuksa 4 students using Phenomenon-base learning with Concrete Material		
AUTHOR	Pattra Pholheamhan		
ADVISORS	Associate Professor Apantee Poonputta , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2025

ABSTRACT

Developing learning achievement and scientific reasoning of Mathayomsuksa 4 students using Phenomenon-base learning with concrete material. The research aims 1. To develop a learning management plan using a phenomenon-based approach combined with modeling media for Grade 10 students that meets the 75/75 criteria. 2. To compare the ability to provide scientific reasoning of 4th-year high school students before and after learning through phenomenon-based education with modeling media. 3. To compare the academic achievement before and after learning of Grade 10 students who received instruction using a phenomenon-based approach combined with modeling media. 4. To study the satisfaction of students with the learning management using phenomenon-based learning combined with modeling media for Grade 10 students. The sample group consists of Grade 10 students from Renunakhonwittayakul School, Renu District, Nakhon Phanom Province, second semester of the 2023 academic year, one class with 36 students, selected through cluster random sampling. Research instruments 1. Learning management plan using phenomena-based approaches combined with modeling media 2. Scientific reasoning ability assessment 3. Academic achievement test 4. Learning management satisfaction questionnaire The statistics used in data analysis include mean, percentage, standard deviation, and dependent sample t-test.

The study results found that

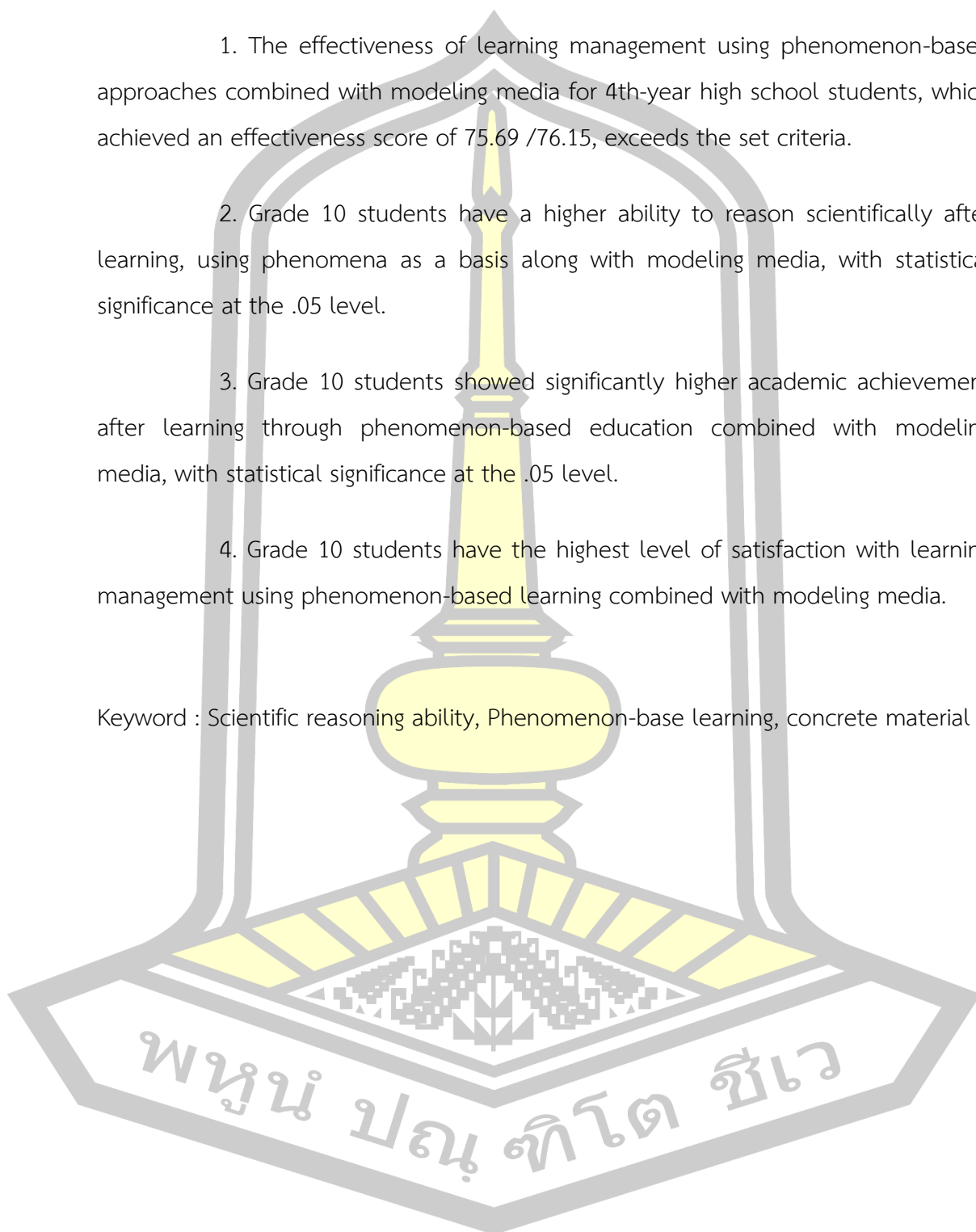
1. The effectiveness of learning management using phenomenon-based approaches combined with modeling media for 4th-year high school students, which achieved an effectiveness score of 75.69 /76.15, exceeds the set criteria.

2. Grade 10 students have a higher ability to reason scientifically after learning, using phenomena as a basis along with modeling media, with statistical significance at the .05 level.

3. Grade 10 students showed significantly higher academic achievement after learning through phenomenon-based education combined with modeling media, with statistical significance at the .05 level.

4. Grade 10 students have the highest level of satisfaction with learning management using phenomenon-based learning combined with modeling media.

Keyword : Scientific reasoning ability, Phenomenon-base learning, concrete material



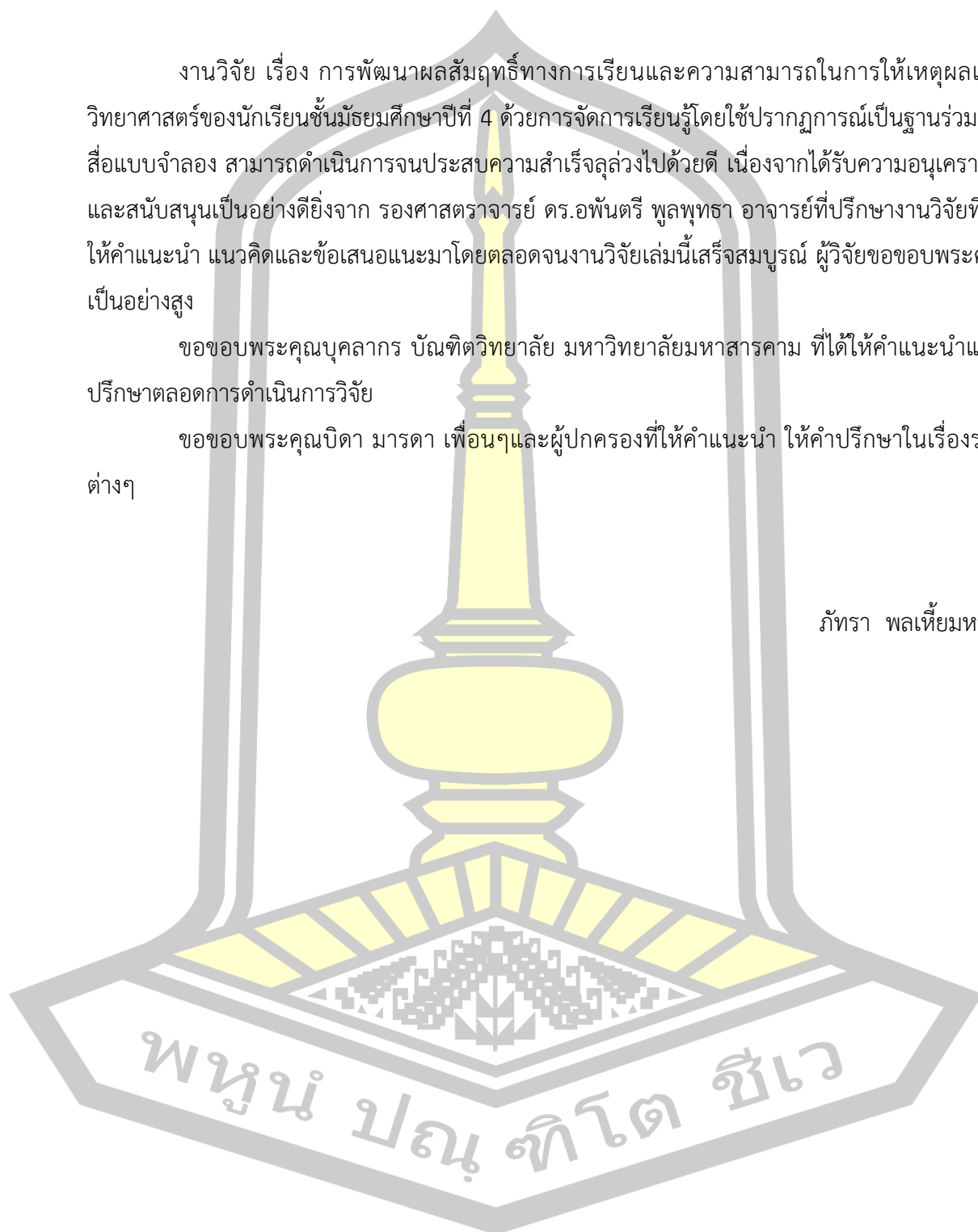
กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิณฑุลา อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิดและข้อเสนอแนะมาโดยตลอดจนงานวิจัยเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณบุคลากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ให้คำแนะนำและปรึกษาตลอดการดำเนินการวิจัย

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อนๆและผู้ปกครองที่ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาในเรื่องราวต่างๆ

ภัทรา พลเยี่ยมหาญ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ.....	12
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	19
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้.....	34
การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48

บทที่ 3	53
วิธีดำเนินการวิจัย	53
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	53
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	53
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย	54
รูปแบบการวิจัย	65
การเก็บรวบรวมข้อมูล	65
การวิเคราะห์ข้อมูล	66
บทที่ 4	71
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
บทที่ 5	78
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	83
ประวัติผู้เขียน	216



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จุดมุ่งหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ต่างๆกับหลักการทางวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของความเป็นจริง โดยทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการดำรงชีวิตในยุคปัจจุบัน การจัดการกระบวนการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน ผ่านการส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหา ค้นคว้าหาข้อมูล และสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2554) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยความสามารถนี้ทำให้เกิดความเข้าใจและสามารถอธิบายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและเทคโนโลยี ซึ่งผู้เรียนที่มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ต่างๆ เพื่อสร้างคำอธิบาย การคาดคะเนคำตอบและการวางแผนแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และสร้างสมมติฐานเบื้องต้นในสถานการณ์ที่ยังไม่มีข้อมูลหรือความรู้เพียงพอได้

จากผลการประเมิน PISA จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2562) ซึ่งใช้ประเมินคุณภาพของระบบการศึกษา เป็นการเป็นการประเมินการนำความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง การประเมินสมรรถนะของนักเรียนโดยการสอบ PISA จะเน้นความฉลาดรู้ (Literacy) ใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และผลการประเมิน PISA 2018 ของประเทศไทยกับค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจากผลการประเมิน PISA 2018 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยมีแนวโน้มลดลงในทุกๆด้าน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD โดยเฉพาะในด้านการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในด้านความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) ยังสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการพัฒนาทักษะการใช้เหตุผลเชิง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต้องมีลักษณะสำคัญ คือ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและสิ่งที่ได้จากการสังเกตปัญหารอบตัวที่เกิดจากธรรมชาติ และการใช้องค์ความรู้เดิมสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล และการลงข้อสรุป (ไอย์ลดา สมภาร, 2565). และการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) พบว่า รายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2565 สารระเหยที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ สารระเหยที่ 4 เทคโนโลยี มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.44 คะแนน และสารระเหยที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ สารระเหยที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.03 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2565). ซึ่งเคมีจัดอยู่ในกลุ่มวิทยาศาสตร์กายภาพ เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับสสาร การเปลี่ยนแปลงของสสาร และพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงนั้น โดยไม่ได้เน้นที่สิ่งมีชีวิตโดยตรง

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีแนวคิดเกี่ยวกับธรรมชาติที่ยากต่อการเข้าใจสำหรับนักเรียน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2560). เนื่องจากเนื้อหาบางส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสสาร (Gilbert et al., 2002). โดยมีกอธิบายปรากฏการณ์ใน 3 ระดับ คือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ เนื้อหาวิชาเคมีส่วนใหญ่เน้นการอธิบายในระดับจุลภาค ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนรู้ โดยเฉพาะในเรื่องสารละลาย ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค ทำให้นักเรียนมักเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและขาดทักษะในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Adadan, 2014). เนื้อหาของสารละลายเป็นส่วนสำคัญในวิชาเคมี เนื่องจากเป็นเรื่องที่มความเชื่อมโยงกับเรื่องอื่นๆของเคมีในระดับที่สูงขึ้น เช่น สมดุลเคมี กรด-เบสและอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หากนักเรียนยังไม่มี ความเข้าใจในเรื่องสารละลาย ก็อาจจะทำให้ไม่เข้าใจในเรื่องดังกล่าวได้ (สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2551). นอกจากนี้ เนื้อหาเรื่องสารละลายยังมีลักษณะเฉพาะในเคมี ประกอบด้วยทั้งภาคทฤษฎี เช่น การนิยาม การจำแนกความเข้มข้นของสารละลาย และกระบวนการเกิดสารละลาย รวมถึงภาคปฏิบัติ เช่น การเตรียมและการเจือจางสารละลาย ซึ่งต้องอาศัยแบบสื่อจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่มองไม่เห็น (Coll et al., 2010a; 2010b).

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ช่วยให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือ (Mercier and Sperber, 2011). และยังช่วยในการตัดสินใจและการแก้ปัญหา (Fanetti, 2011). โดยการที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะทำให้สามารถวิเคราะห์หรือตัดสินใจต่างๆมีการพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น (จิระวรรณ เกษสิงห์, 2562) ดังนั้นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นทักษะสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ

พัฒนาองค์ความรู้ใหม่ (Kuhn, 1993) โดยเน้นความเชื่อมโยงระหว่างข้อสรุปและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง (Osborne et al., 2004) ดังนั้น Driver et al., (2000) จึงเสนอว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ควรเป็นส่วนสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตาม ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสังเกตปรากฏการณ์จริง ตั้งคำถาม สืบเสาะหาความรู้ และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Silander, 2015) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน มีความคล้ายคลึงกับจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่การใช้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน คือการใช้ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์เป็นจุดเริ่มต้นหรือปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ (คณะกรรมการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2561) กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นการศึกษาปรากฏการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากการศึกษาของ เฟื่องลัดดา จิตจักร และคณะ (2558) ได้นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากงานวิจัยของ ธันยพร ศรีวิชัย (2560) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองให้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และจากการศึกษาของ วรณลระออ ตั้งสุข (2565) เป็นการศึกษาเรียนรู้โดยการนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่เจอได้ในชีวิตจริงมาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ สามารถพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบของนักเรียนในระดับดีมาก ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีการจัดการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งมีการใช้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันเช่นเดียวกันอาจสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

ในการจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องสารละลายที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค (Kozma & Russell, 2005) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานคือการเรียนรู้จาก

ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์รอบตัว โดยอาศัยองค์ความรู้และความคิดรวบยอด (Silander, 2015) ใน การเรียนวิทยาศาสตร์แทบทุกวิชามีการนำสื่อรูปธรรมมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอน โดยเฉพาะกับ วิชาเคมี ซึ่งเป็นวิชาที่เป็นนามธรรมทำให้นักเรียนไม่สามารถมองเห็นภาพและส่วนใหญ่เน้นไปที่การ สอนแบบบรรยาย การนำสื่อรูปธรรมจึงเป็นส่วนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรม มากขึ้นและช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ยิ่งขึ้น (Lederman et al., 2002). เนื่องจากสื่อที่ครูได้ใช้สอนที่ อยู่ในรูปแบบของสื่อรูปธรรมจะมีความสอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้และได้ลงมือทำในคาบเรียน นั้นๆ ช่วยฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์หลายๆ ด้าน เช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการลงความเห็นจาก ข้อมูล ทักษะการพยากรณ์ รวมถึงทักษะตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

นอกจากการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์แล้ว ความพึงพอใจของผู้เรียนก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Keller, 2010) ความพึงพอใจในการเรียนสามารถส่งเสริมแรงจูงใจ ความสนใจ และการมีส่วนร่วม ของผู้เรียน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Skinner & Belmont, 1993) การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบนี้จะ ช่วยให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพและความเหมาะสมของวิธีการสอนในมุมมองของผู้เรียน ซึ่งเป็นข้อมูล สำคัญในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนต่อไป (Fredricks et al., 2004) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนจึงเป็นอีกหนึ่งวัตถุประสงค์สำคัญของงานวิจัยนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ ครอบคลุมทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และความรู้สึกลงของผู้เรียนต่อวิธีการจัดการเรียนรู้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำการจัดการจัดการเรียนรู้อาศัยปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อ รูปธรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้อาศัยปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นการนำปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบๆตัว มาเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้ร่วมกับสื่อรูปธรรมที่ช่วยให้มองเห็นภาพจาก นามธรรมสู่รูปธรรมมากขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. สังเกตปรากฏการณ์ 2. ตั้งคำถามหรือ ปัญหา 3. ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ และ 4. ตรวจสอบความเข้าใจ โดยนำการจัดการเรียนรู้นี้มา พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นของการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยในการ อธิบาย บรรยายหรือทำนายปรากฏการณ์ที่พบเจอได้รอบตัวเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อรูปธรรม มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อรูปธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย วิหาคเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่สนใจในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งสิ้น 98 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้อง จำนวน 36 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น 1 ตัว ได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

2.2 ตัวแปรตาม 3 ตัว ได้แก่

2.2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

3. ระยะเวลาศึกษา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 18 ชั่วโมง

4. เนื้อหาสาระ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยใช้เนื้อหา เรื่อง สารละลาย จำนวน 12 แผน 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย

เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ จำนวน 2 ชั่วโมง

เรื่อง คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ จำนวน 1 ชั่วโมง

เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb) จำนวน 2 ชั่วโมง

เรื่อง คำนวณความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb) จำนวน 1 ชั่วโมง

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีและโมแลลลิตี จำนวน 2 ชั่วโมง

เรื่อง คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีโมแลลลิตีจำนวน 1 ชั่วโมง

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล จำนวน 2 ชั่วโมง

เรื่อง คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล จำนวน 1 ชั่วโมง

เรื่อง การเตรียมสารละลาย จำนวน 2 ชั่วโมง

เรื่อง คำนวณการเตรียมสารละลาย จำนวน 1 ชั่วโมง

เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย) จำนวน 2 ชั่วโมง

เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย) จำนวน 1 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ มีพื้นฐานจากทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยปรากฏการณ์ที่นำมาศึกษาจะเป็นปรากฏการณ์ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและรอบๆตัวของนักเรียน โดยจะนำปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่พบมาเป็นตัวกลางในการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลที่ส่งผลที่ทำให้เหตุปรากฏการณ์ที่พบเห็น โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ Silander (2015) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์ หมายถึง นักเรียนจะได้ร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์รอบๆตัวหรือจากสื่อรูปธรรมที่ครูได้นำเสนอ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์นั้นๆ

ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา หมายถึง การศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มจากการตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่สนใจ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อตั้งคำถามให้ครอบคลุมปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำและกระตุ้นนักเรียน

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หมายถึง นักเรียนจะต้องใช้กระบวนการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ผ่านการค้นคว้า สืบค้น อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มและลงมือปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้โดยองค์ความรู้ที่หลากหลายมาประยุกต์ใช้กับปรากฏการณ์เพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ หมายถึง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ สรุปในแบบที่ตัวเองต้องการ เพื่อให้ได้องค์ความรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้ ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันประเมินสรุปองค์ความรู้ที่ได้

สื่อรูปธรรม หมายถึง สื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ที่มีลักษณะเป็นวัสดุหรือสิ่งของที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือชีวิตประจำวัน รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงกระบวนการหรือขั้นตอน และสื่อที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องหรือการให้นักเรียนทำ Lab Online

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ มีพื้นฐานจากทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยปรากฏการณ์ที่นำมาศึกษาจะเป็นปรากฏการณ์ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและรอบๆตัวของนักเรียน โดยจะนำปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่พบมาเป็นตัวกลางในการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลที่ส่งผลที่ทำให้เหตุปรากฏการณ์ที่พบเห็น โดยประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์ หมายถึง นักเรียนจะได้ร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์รอบๆตัวหรือจากสื่อรูปธรรมที่ครูได้นำเสนอ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์นั้นๆ

ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา หมายถึง การศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มจากการตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่สนใจ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อตั้งคำถามให้ครอบคลุมปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำและกระตุ้นนักเรียน

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มร่วมกันลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยในการทดลองได้ใช้สื่อรูปธรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ได้แก่ สื่อที่มาจากธรรมชาติหรือที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น เปลือก กล้วยน้ำว้า กล้วยน้ำว้า เป็นต้น และสื่อที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องหรือการให้นักเรียนทำ Lab Online

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ หมายถึง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ สรุปในแบบที่ตัวเองต้องการ เพื่อให้ได้องค์ความรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้ ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันประเมินสรุปองค์ความรู้ที่ได้

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การให้เหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์ จากการสังเกตและการทดลอง เพื่อสร้างข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถอธิบายได้ในรูปแบบของหลักการหรือทฤษฎี โดยรูปแบบการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ศึกษาตามรูปแบบของ Lawson 2009 สรุปเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction) เป็นการสร้างสมมติฐานต่อปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น โดยนักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนเมื่อพบคำถามหรือปัญหา ใช้แบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) เป็นการสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานที่มีมาก่อนหน้านี้ โดยนักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีอยู่โดยใช้ความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ ใช้แบบวัดเป็นอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 20 คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) เป็นการระบุข้อมูลเพื่อใช้สนับสนุนหรือใช้ทดสอบสมมติฐาน โดยนักเรียนจะต้องระบุคำตอบเพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ก่อนหน้า ใช้แบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction) คือ การสร้างข้อสรุปหรือเปรียบเทียบกับข้อมูลใหม่ที่ได้ โดยนักเรียนสามารถสรุปหรือสร้างความเข้าใจใหม่หรือสถานการณ์ใหม่ที่พบ โดยอาศัยการ

เปรียบเทียบกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับแนวคิดในเรื่องใหม่ได้ ใช้แบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ 5 คะแนน

ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ รวม 35 คะแนน

ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ เกณฑ์ 75/75 75 ตัวแรกคือ (E1) ประสิทธิภาพของงานและการฝึกปฏิบัติ ได้จากคะแนนแบบฝึกหัดและแบบบันทึกกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งต้องได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของงานและการฝึกปฏิบัติ และ 75 ตัวหลัง (E2) คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดการเรียนรู้ ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ จะต้องได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดการเรียนรู้

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในเชิงบวกของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน ที่มาจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ และความคาดหวังของผู้เรียน จำนวน 12 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินความรู้ ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจและความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 18 ชั่วโมง ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ซึ่งก่อนทำวิจัยผู้วิจัยได้ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

- 1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
- 1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.3 สาระเคมี
- 1.4 คำอธิบายรายวิชา
- 1.5 ผลการเรียนรู้
- 1.6 โครงสร้างรายวิชา

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.2 ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
- 2.5 การวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.5 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

- 4.1 ความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
- 4.2 การวัดระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้
- 4.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

5. การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

5.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.1.2 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.1.3 แนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.1.5 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.2 สื่อรูปธรรม

5.2.1 ความหมายของสื่อรูปธรรม

5.2.2 ลักษณะของสื่อรูปธรรม

5.2.3 ประเภทของสื่อรูปธรรม

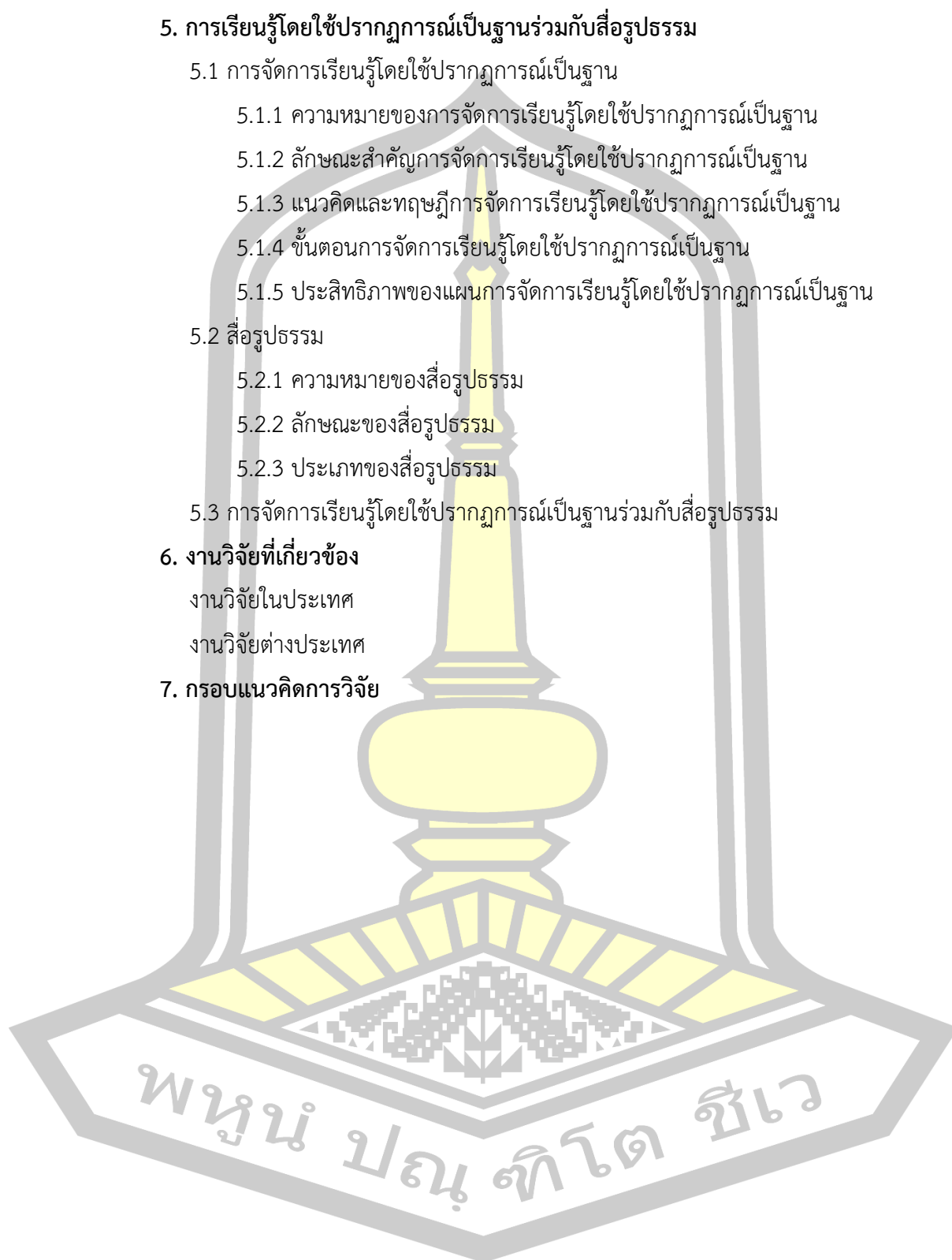
5.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศ

7. กรอบแนวคิดการวิจัย



หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์กับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นและมีการลงมือปฏิบัติ มีก็ทำกิจกรรมที่หลากหลาย โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

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

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

1.3 สารเคมี

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของ สารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

1.4 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา สืบค้นข้อมูล ทดลองและอธิบาย เกี่ยวกับการแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิดคำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ความเข้มข้นของสารละลาย คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส และปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมีและคำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

สืบค้นข้อมูล อธิบายการบอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตรและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารและความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ คำนวณ ทดลอง เขียนกราฟ เขียนแผนภาพ นำเสนอผล ประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ตระหนัก ดูแลรักษาอย่างเหมาะสม ปลอดภัยและคุ้มค่า เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการ

แก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ผลการเรียนรู้

การวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี บางชนิด
2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
6. ระบุสารกำหนดปริมาณ และคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
7. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี
8. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุล และมวลสูตร
9. อธิบาย และคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP
10. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
11. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
12. อธิบายวิธีการ และเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรสารละลายตามที่กำหนด
13. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

รวมทั้งหมด 13 ผลการเรียนรู้

พูน ปณ ทิโต ชเว

1.6 โครงสร้างรายวิชา

งานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาโครงสร้างรายวิชาเคมี 2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
1	โมลโมเลกุล	- มวล อะตอม - โมล - สูตรเคมี	มวลอะตอมเป็น มวลเปรียบเทียบที่บอก ให้ทราบว่ามวลของธาตุ 1 อะตอมหนักเป็นกี่ เท่าของมวลของธาตุ มาตรฐาน 1 อะตอม ส่วนมวลโมเลกุลเป็น มวลเปรียบเทียบที่บอก ให้ทราบว่าสารนั้น 1 โมเลกุล มีมวลเป็นกี่ เท่าของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม โมลเป็นปริมาณ สารที่มีจำนวนอนุภาค เท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค มวลของสาร 1 โมล ที่มีหน่วยเป็นกรัม เรียกว่า มวลต่อโมล ซึ่ง มีค่าตัวเลขเท่ากับมวล อะตอม มวลโมเลกุล หรือมวลสูตรของสาร นั้น สำหรับสารที่มี สถานะแก๊ส 1 โมล จะ มีปริมาตรเท่ากับ 22.4 ลูกบาศก์เดซิเมตรที่	8. บอกความหมายของ มวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอม เฉลี่ยของธาตุ มวล โมเลกุล และมวลสูตร 9. อธิบาย และคำนวณ ปริมาณใดปริมาณหนึ่ง จากความสัมพันธ์ของ โมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP 10. คำนวณสูตรอย่าง ง่ายและสูตรโมเลกุลของ สาร	15	10

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
			STP สารประกอบเกิด จากธาตุตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไปมารวมตัวกัน โดย มีอัตราส่วนโดยมวล ตามกฎสัดส่วนคงที่ สูตรเคมีสามารถแสดง ได้ด้วยสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุล			
2	สารละลาย	- ความ เข้มข้นของ สารละลาย - การเตรียม สารละลาย - สมบัติบาง ประการของ สารละลาย	- การบอกปริมาณ ของสารในสารละลาย สามารถบอกเป็นความ เข้มข้น - การเตรียม สารละลายสามารถทำ ได้โดยการเตรียมจาก สารบริสุทธิ์และเตรียม จากสารละลายเข้มข้น สารละลายมีจุด เดือดและจุดเยือกแข็ง แตกต่างจากสาร บริสุทธิ์ที่เป็นตัวทำ ละลาย	11. คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายในหน่วย ต่าง ๆ 12. อธิบายวิธีการ และ เตรียมสารละลายให้มี ความเข้มข้นในหน่วยโม ลาริตี และปริมาตร สารละลายตามที่กำหนด 13. เปรียบเทียบจุด เดือดและจุดเยือกแข็ง ของสารละลายกับสาร บริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็ง ของสารละลาย	18	20
สอบกลางภาค					1	20
3	ปริมาณสาร สัมพันธ์	- ปฏิกิริยา เคมี - สมการ เคมี	ปฏิกิริยาเคมีเป็น การเปลี่ยนแปลงที่มี สารใหม่เกิดขึ้น เขียน แสดงได้ด้วยสมการ	1. แปลความหมาย สัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมี บาง	24	30

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
		<p>- การ คำนวณ ปริมาณสาร ในปฏิกิริยา เคมี</p> <p>- สาร กำหนด ปริมาณ</p> <p>- ผลได้ร้อยละ</p>	<p>เคมี</p> <p>เลขสัมประสิทธิ์ ในสมการเคมีสามารถ นำมาใช้ในการคำนวณ ปริมาณของสารที่ เกี่ยวข้องกับมวล ความ เข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของแก๊ส ได้</p> <p>ความสัมพันธ์ของ โมลสารตั้งต้นและ ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยา เคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลข สัมประสิทธิ์ของสมการ เคมีรวม</p> <p>ปฏิกิริยาเคมีที่สาร ตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่ พอดีกัน สารตั้งต้นที่ทำ ปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนด ปริมาณ</p> <p>ค่าเปรียบเทียบ ผลได้จริงกับผลได้ตาม ทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ</p>	<p>ชนิด</p> <p>2. จำนวนปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี ที่ เกี่ยวข้องกับมวลสาร</p> <p>3. จำนวนปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี ที่ เกี่ยวข้องกับความเข้มข้น ของสารละลาย</p> <p>4. จำนวนปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี ที่ เกี่ยวข้องกับปริมาตร แก๊ส</p> <p>5. จำนวนปริมาณของ สารในปฏิกิริยาเคมี หลายขั้นตอน</p> <p>6. ระบุสารกำหนด ปริมาณ และคำนวณ ปริมาณสารต่าง ๆ ใน ปฏิกิริยาเคมี</p> <p>7. จำนวนผลได้ร้อยละ ของผลิตภัณฑ์ใน ปฏิกิริยาเคมี</p>		
สอบปลายภาค					2	20

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้หลักการและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างข้อสรุปหรือประเด็นเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีความสมเหตุสมผล โดยอ้างอิงจากข้อมูลจากการสำรวจหรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนข้อสรุปนั้น ๆ และใช้เหตุผลเพื่อสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เชื่อถือได้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ หรือในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้ให้คำนิยามไว้หลายท่านดังนี้

Mayer (2003) ได้ให้ความหมายว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทดสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบของบุคคล โดยผ่านการปฏิบัติการทดลอง เพื่อจะทดสอบความเป็นไปได้ของสมมติฐานและสร้างสมมติฐานใหม่เมื่อสมมติฐานเดิมถูกปฏิเสธ

Lawson (2009) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

Davis (2009) ได้ให้ความหมายว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและสร้างการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยที่เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2542) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการหาความรู้และข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์มีแนวทางในการวางแผนและลงมือดำเนินการทดลองได้อย่างเป็นระบบ โดยจะค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับสิ่งที่ต้องการศึกษา ศึกษาหาปัจจัยหรือตัวแปรสมมติฐานเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์และสรุปความรู้ใหม่ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการสรุปความรู้ใหม่ได้จากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว โดยใช้ข้อมูลเป็นพื้นฐานในการสร้างความเข้าใจและความรู้ใหม่ในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้

ดังนั้น ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการสำรวจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติการพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การเก็บรวบรวมข้อมูล จนสามารถลงข้อสรุปขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

2.2 ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson (2009) ได้แบ่งประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภทดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction or Abductive Reasoning) การสร้างสมมติฐานเพื่อความเข้าใจเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ยังไม่ชัดเจน โดยพยายามหาคำอธิบายหรือคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้น
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction or Retroductive Reasoning) การใช้สมมติฐานเพื่ออธิบายหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่ โดยพยายามอธิบายสิ่งที่เป็นจริงจากหลักฐานที่มี
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) การสร้างการตรวจสอบที่มีความเชื่อถือโดยใช้หลักการหรือกฎที่รับรองไว้แล้ว เพื่อสร้างสมมติฐานหรือสรุปข้อความที่เป็นไปได้
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) การสร้างข้อสรุปจากการสังเกตหรือการทดลอง โดยใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา

สูนีย์ คล้ายนิล (2551) ได้แบ่งประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการสรุปจากข้อมูลเฉพาะหรือตัวอย่างไปสู่ข้อสรุปทั่วไป
2. การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการใช้หลักการทั่วไปมาอธิบายหรือทำนายเหตุการณ์เฉพาะ
3. การให้เหตุผลเชิงอุปมาน (Abductive reasoning) เป็นการสร้างสมมติฐานเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตได้

สมภาร พรหมทา (2551) ได้แบ่งประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 2 แบบ ประกอบด้วย

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการใช้ความคิดของวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการทดลอง โดยได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วสรุปเป็นกฎหรือหลักการทั่วไป เช่น การรวบรวมข้อมูลของคนที่มีไข้เป็นประจําจะทำให้เป็นโรคตับแข็งมากกว่าคนที่ไม่ไข้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการใช้ความคิดโดยไม่พิจารณาข้อเท็จจริง เป็นการคิดโดยการขยายความคิดออกไปทีละน้อยๆ ซึ่งเหมาะสำหรับการวินิจฉัยสถานการณ์บางอย่าง เช่น น้ำเย็นจนกลายเป็นน้ำแข็ง เพราะ อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าศูนย์องศาจึงทำให้น้ำแข็งตัว ซึ่งจากการสรุปดังกล่าว สามารถสรุปได้โดยไม่ต้องพิจารณาข้อมูลเพิ่มเติมว่าอุณหภูมิแท้จริงของน้ำเป็นเท่าไร

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2559) ได้แบ่งความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. การให้เหตุผลเชิงสหสัมพันธ์ (Correlational reasoning)
2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional reasoning)
3. การให้เหตุผลเชิงการควบคุมตัวแปร (Control of variables reasoning)
4. การให้เหตุผลเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic reasoning)

ดังนั้น ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละประเภทมีส่วนช่วยทำให้นักเรียนความเข้าใจวิทยาศาสตร์และแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานในการสร้างความเข้าใจและลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล ผู้วิจัยจึงได้สรุปความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบของ Lawson 2009 สรุปเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction) เป็นการสร้างสมมติฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนเมื่อพบคำถามหรือปัญหา

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) เป็นการสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานที่มีมาก่อนหน้านี้ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีอยู่โดยใช้ความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) เป็นการสร้างคำพยากรณ์หรือการคาดคะเนต่อการเก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อยืนยันสมมติฐาน นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุว่าข้อมูลที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction) เป็นการเปรียบเทียบคำพยากรณ์หรือการคาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม

2.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของด้านการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive Domain) ตามนิยามของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยความสามารถหลายรูปแบบ เช่น การรู้ (Knowing) การประยุกต์ (Applying) และการให้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์ (Analyzing) โดยแนวคิดนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce and Weil ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) และตีความหมายข้อมูลและสรุป (Interpretation of Data) หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ไปประยุกต์ใช้ (Application of Principles) ซึ่งวิธีการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเกิดการให้เหตุผลได้ ได้แก่ วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) และวิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

McNeil และ Krajcik (2008) ได้ความสำคัญของการจัดกิจกรรมที่เน้นการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยในการสอนควรสร้างสภาพแวดล้อมในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลในรูปแบบที่หลากหลาย และมุ่งเน้นการประเมินความเชื่อถือของการให้เหตุผลจากหลักฐาน นอกจากนี้ นักเรียนยังควรทราบเกี่ยวกับองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อย่างเบื้องต้น และวิธีที่องค์ประกอบเหล่านั้นสัมพันธ์กัน ซึ่งองค์ประกอบหลักของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การสร้างสมมติฐาน (Hypothesizing) คือ การวิเคราะห์และสร้างสมมติฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น
2. การเก็บรวบรวมหลักฐาน (Collecting Evidence) คือ การรวบรวมข้อมูลและข้อสังเกตที่สนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน
3. การวิเคราะห์หลักฐาน (Analyzing Evidence) คือ การตรวจสอบและวิเคราะห์หลักฐานเพื่อสรุปความสัมพันธ์หรือแนวโน้มที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเหตุการณ์
4. การสรุปและการอธิบาย (Drawing Conclusions and Explanation) คือ การสรุปและอธิบายผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หรือการสะท้อนความเป็นไปได้ของสมมติฐาน

Lawson (2009) ได้แบ่งการให้เหตุผลออกเป็น 4 ประเภทคือ การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยทั้งหมดเป็นพื้นฐานสำคัญที่เชื่อมโยงไปสู่การพัฒนาสมรรถนะสำคัญทางวิทยาศาสตร์ 3 สมรรถนะตามกรอบการประเมินของ PISA ซึ่งประกอบด้วย

1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายและพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบอธิบายเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะนี้

2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องสามารถระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบและใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยในการพัฒนาสมรรถนะนี้ เพื่อช่วยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถประเมินข้อมูลต่างๆและนำมาใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะนี้

ดังนั้น การสร้างสภาพแวดล้อมที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการลงมือปฏิบัติ การทดลอง การสำรวจปรากฏการณ์ และสรุปผลจากการทดลอง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเรียนที่เน้นการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน การจัดกิจกรรมที่เน้นการให้เหตุผลจากปรากฏการณ์หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนได้

2.4 การวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning (LCTSR) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา เป็นใช้แบบวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกลองลำดับขั้น (two-tier diagnostic test) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการประเมินเนื่องจากสามารถประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าข้อสอบแบบหลายตัวเลือก โดยข้อสอบแบบหลายตัวเลือกมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถแสดงถึงความเข้าใจของนักเรียนได้เท่าที่ควร ในขณะที่การแบบวัดของ Lawson ช่วยให้นักเรียนแสดงความเข้าใจที่แท้จริงของเนื้อหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งการใช้แบบวัดของ Lawson ประกอบด้วยส่วนของคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกคือตัวเลือกคำตอบเกี่ยวกับความรู้ในเนื้อหา และส่วนที่สองคือการถามเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวเลือกคำตอบ การประเมินแบบนี้มุ่งไปที่การวัดความเข้าใจมากกว่าการจดจำข้อมูล และช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างชัดเจน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถวัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1. ได้คะแนน 0-4 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบเชิงประจักษ์-อุปนัย (empirical-inductive thinking) คือ รูปแบบการคิดที่อาศัยการสังเกต ประสบการณ์ตรง และหลักฐานที่สามารถพิสูจน์ได้จริง แทนที่จะอาศัยเพียงความเชื่อ ทฤษฎี หรือความคิดเห็นส่วนตัว

2. ได้คะแนน 6-8 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดอยู่ระหว่างแผนเชิงประจักษ์อุปนัย (empirical-inductive thinking) และแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical Inductive level thinking)

3) ได้คะแนน 9-12 สามารถบ่งชี้ได้ว่านักเรียนมีระดับการคิดแบบสมมติฐาน-อุปนัย (hypothetical Inductive level thinking)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554). โครงการ TIMSS ได้เสนอแนวทางในการวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ ข้อสอบ 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเขียนคำตอบ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา แล้วถามคำถามโดยให้นักเรียนเขียนตอบเติมคำเขียนตอบบออธิบาย หรือวาดรูปอธิบาย เลือกอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. แบบทดสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือก โดยมีข้อความที่เป็นสถานการณ์และตัวเลือก 4 ตัวเลือก

ลฎาภา สุทรกุล และลือชา ลดาชาติ (2556) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเป็นรายบุคคล โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นคำถาม จำนวน 4 ข้อ ซึ่งถูกดัดแปลงมาจากคำถามในแบบทดสอบ Science: Thinking with Evidence ของ New Zealand Council of Education Research โดยวิเคราะห์คำตอบตามองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ข้อสรุป หลักฐาน และการชี้แจงมีแนวทางในการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการประเมินมีการใช้เครื่องมือ 2 แบบ ได้แก่

1. แบบทดสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่ตัวคำถามมีเครื่องมือสื่อความหมาย เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมายโดยข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ต้องการให้นักเรียนเลือกคำตอบที่เป็นการสรุปแนวความคิดของนักเรียน และตอนที่ 2 ต้องการให้นักเรียนใช้การคิดเพื่อให้เหตุผล เช่น ข้อสอบ Scientific Reasoning Test (SRT) แบบประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีฐานมาจากรูปแบบการให้เหตุผลที่สัมพันธ์กับการทดสอบสมมติฐาน

2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Essay) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบที่มีตัวคำถาม (Stem) มีเครื่องมือสื่อความหมาย เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในคำถามเพื่อให้คำถามมีความชัดเจนและมีสภาพจริงที่ต้องการให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ไปสู่สถานการณ์ต่างๆ โดยมีการใช้ ตาราง กราฟ แผนภาพ บทความ ในการสื่อความหมาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2554) การเลือกตอบแบบหลายตัวเลือกจากสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ที่พบเจอและการเขียนตอบเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน อาจอยู่ในรูปแบบของภาพวาดหรือสัญลักษณ์

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอ ยกตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดประเมินผล ดังนี้

เฟาชีเยาะห์ ดือแระ (2558) ได้ออกแบบเครื่องมือการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน 2 ด้าน แบบวัดเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบนิรนัย 20 ข้อ และการให้เหตุผลแบบอุปนัย 20 ข้อ ตัวอย่างมีดังนี้

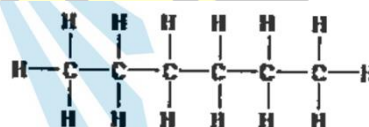
ตอนที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย

คำสั่ง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความ และเลือกคำตอบที่ถูกต้องและสมเหตุสมผลที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ถ้าการเขียนสูตรโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์นิยมเขียนแบบย่อสูตรโครงสร้างแบบย่อของเพนเทนคือ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

ข้อใดสรุปผลถูกต้องและสมเหตุสมผล

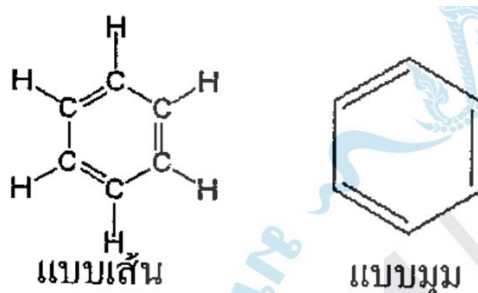
- เพนเทนเป็นสารประกอบอินทรีย์
- สูตรโมเลกุลของเพนเทนคือ C_5H_{10}
- เพนเทนสามารถเขียนสูตรโครงสร้างแบบย่ออย่างเดียวกันเท่านั้น
- สูตรโครงสร้างแบบเส้นของเพนเทนคือ



ภาพจาก ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ เฟาชีเยาะห์ ดือแระ (2558)

ข้อที่ 1

2. ถ้าเบนซินมีสูตรโครงสร้างแบบเส้นและแบบมุม ดังนี้



ภาพจาก *ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ เพาะชียะห์ ดือแระ (2558)*

ข้อที่ 2

ข้อใดสรุปผลถูกต้องและสมเหตุสมผล

- ก. เบนซินเป็นสารประกอบอินทรีย์
- ข. เบนซินเป็นอะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน
- ค. สูตรโมเลกุลของเบนซินคือ C_6H_8
- ง. เบนซินสามารถเขียนสูตร โครงสร้างแบบเส้นและแบบมุม

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ และเลือกข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

21. บิวทีน มีสูตรโมเลกุลคือ C_4H_8 และไซโคลบิวเทน มีสูตร โมเลกุลคือ C_4H_8 ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. แอลคีนและไซโคลแอลเคน ไม่เป็นไอโซเมอร์กัน
- ข. แอลคีนและไซโคลแอลเคน มีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน
- ค. แอลคีนและไซโคลแอลเคน มีสูตรทั่วไปเหมือนกันคือ C_nH_{2n}
- ง. แอลคีนและไซโคลแอลเคน ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน

พหุ ประถมศึกษา

22. เฮกซีนกับไซโคลเฮกเซนเป็นไอโซเมอร์กัน มีสูตรโมเลกุลและสูตรโครงสร้าง ดังตาราง

สาร	สูตร โมเลกุล	สูตร โครงสร้าง
เฮกซีน	C_6H_{12}	$CH_2=CH(CH_2)_3CH_3$
ไซโคลเฮกเซน	C_6H_{12}	

ภาพจาก ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ เพาะชียะห์ ดือแร่ะ (2558)

ข้อที่ 22

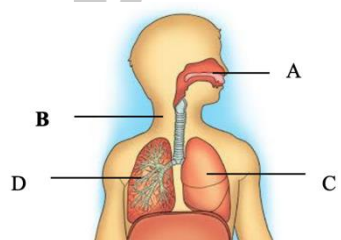
ข้อสรุปใดถูกต้อง

- สารที่เป็นไอโซเมอร์กัน จะมีสูตร โมเลกุลและสูตรโครงสร้างต่างกัน
- สารที่เป็นไอโซเมอร์กัน จะมีสูตร โมเลกุลและสูตรโครงสร้างเหมือนกัน
- สารที่เป็นไอโซเมอร์กัน จะมีสูตรโมเลกุลเหมือนกัน แต่มีสูตร โครงสร้างต่างกัน
- สารที่เป็นไอโซเมอร์กัน จะมีสูตรโมเลกุลต่างกัน แต่มีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน

กวดดี ด้าโอะ (2562) ได้ออกแบบเครื่องมือการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ด้าน แบบวัดเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ 100 คะแนน ประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบนิรนัย 25 ข้อ และการให้เหตุผลแบบอุปนัย 25 ข้อ ตัวอย่างมีดังนี้

ตอนที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย

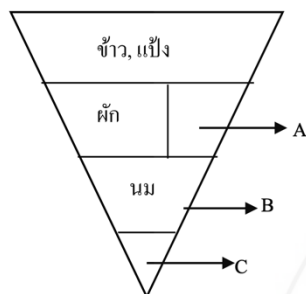
1. จากรูปเกิดการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นออกซิเจนที่บริเวณใด และอวัยวะนั้นเรียกว่า อะไร



- บริเวณ A คือจมูก
- บริเวณ B คือหลอดอาหาร
- บริเวณ C คือปอด
- บริเวณ D คือถุงลมปอด

ภาพจาก ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ กวดดี ด้าโอะ (2562) ข้อที่ 1

2. จากรงโภชนาการจะบอกชนิดและปริมาณของอาหารที่คนไทย ควรกินในแต่ละวัน ดังนั้น A, B และ C ควรเป็นอาหารประเภทใด



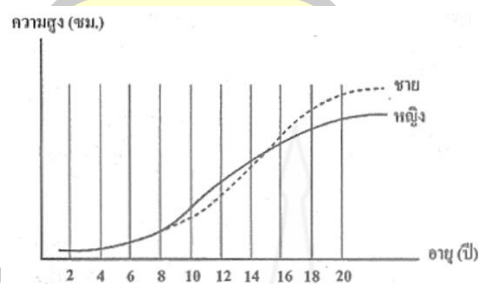
1. A คือข้าว B คือไขมัน และ C คือผลไม้
2. A คือผลไม้ B คือไขมัน และ C คือข้าว
3. A คือผลไม้ B คือเนื้อสัตว์ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ
4. A คือเนื้อสัตว์ B คือผลไม้ และ C คือน้ำมัน น้ำตาล เกลือ

ภาพจาก ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ กลวดี ด้าโอะ (2562) ข้อที่ 2

3. ข้อใดเป็นการแสดงว่าสิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวด้านรูปร่างลักษณะ เพื่อความอยู่รอด
- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| 1. กบจำศีลตัน | 2. จิ้งจกเปลี่ยนสีผิว |
| 3. การอพยพของนกไซบีเรีย | 4. ต้นกระบองเพชรลำต้นอวบ มีหนาม |

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลแบบอุปนัย

กราฟแสดงการเจริญเติบโตด้านความสูงของเพศชายและหญิงในช่วงอายุต่าง ๆ



ภาพจาก ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของ กลวดี ด้าโอะ (2562) ข้อที่

26

26. จากกราฟข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. การเจริญเติบโตของเพศชายและหญิงไม่แตกต่างกัน
2. ช่วงอายุ 9-14 ปี เพศชายเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศหญิง
3. ช่วงอายุ 15-20 เพศหญิงเจริญเติบโตเร็วกว่าเพศชาย
4. ช่วงอายุ 20 ขึ้นไป เพศหญิงมีการเจริญเติบโตคงที่

27. นักเรียนรับประทานข้าวเหนียวหมูบึ่ง ข้าวเหนียวและหมูบึ่งจะถูกย่อยครั้งแรกที่อวัยวะใด

1. ข้าวเหนียวถูกย่อยที่ปาก หมูบึ่งถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร
2. ข้าวเหนียวและหมูบึ่งถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร
3. ข้าวเหนียวถูกย่อยที่ปาก หมูบึ่งถูกย่อยที่ลำไส้เล็ก
4. ข้าวเหนียวถูกย่อยที่ลำไส้เล็ก หมูบึ่งถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร

ชนัญชิตา สุริโย (2562) ได้ออกแบบเครื่องมือการวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย

1. นักวิทยาศาสตร์ได้ฉายรังสีแกมมาที่ต้นข้าว พบว่าต้นข้าวเกิดมีวเทชัน และเกิดความผิดปกติของสารพันธุกรรมนั้น จงอภิปรายผลของความผิดปกติของสารพันธุกรรมที่เกิดขึ้น (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

2. หากต้องการจะเพิ่มจำนวนยีนต้านทานโรคในมะเขือเทศ จะใช้หลักการการทางพันธุวิศวกรรม มาใช้ในการเพิ่มจำนวนยีนอย่างไร (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)



ภาพลูกกระต่ายที่เกิดบริเวณพื้นที่กัมมันตรังสีโรงไฟฟ้าฟูกูชิมะ จาก *ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์* ของ ชนัญชิตา สุริโย (2562) ข้อที่ 3

5. จากภาพ สิ่งมีชีวิตที่ได้รับกัมมันตรังสีจะเกิดความผิดปกติอย่างไรบ้าง (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)

6. ญาติาสงสัยว่าเกิดมีวเทชัน ทำเกิดความผิดปกติของสารพันธุกรรมจึงทำการสืบค้นข้อมูลจากการสืบค้นข้อมูลของญาติา นักเรียนคิดว่า จะเกิดผลเช่นไร (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)

ดังนั้น จากการศึกษางานวิจัย ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบอธิบาย ซึ่งด้านการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและด้านการให้เหตุผลแบบอธิบายเป็นแบบอัตนัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Good (1973) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) ว่าความรู้หรือทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้ในวิชา ซึ่งเป็นการวัดความสำเร็จในการเรียนรู้ผ่านการทดสอบและการประเมินผลในรูปแบบต่างๆ พิจารณาจากคะแนนสอบ คะแนนจากงานที่ได้รับมอบหมาย หรือทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช. (2556) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการเรียนการสอนหรือการฝึกฝน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านประสบการณ์การเรียนรู้และพฤติกรรมของผู้เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ ทักษะ และความสามารถที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ของผู้เรียน สามารถวัดและประเมินผลได้ผ่านวิธีการต่างๆ เช่น การทดสอบ การสังเกต และการประเมินผลงาน

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนได้จัดขึ้น โดยมีมุ่งวัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะทางสมองหรือความคิด แบบทดสอบนี้จึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสถานะของการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ผ่านมาหรือสภาพการเรียนรู้ที่ได้รับ ทำให้สามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม

บุญชม ศรีสะอาด (2560) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้และความสามารถทางวิชาการของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ตามเนื้อหาและจุดประสงค์ของวิชาที่เรียน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือชุดคำถามที่ออกแบบมาเพื่อวัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนหลังจากการเรียนการสอน ช่วยประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ ความก้าวหน้า และความเข้าใจของนักเรียน โดยมุ่งเน้นการวัดทักษะต่างๆ ที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านทักษะทางสมองและความคิด ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงสถานะการเรียนรู้ ทำให้ครูสามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของนักเรียนได้

3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ชวาล แพร์ตกุล (2556) ได้แบ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน รายวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาอังกฤษ เป็นต้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบให้ตอบเสรี และ แบบจำกัดคำตอบ ข้อดีของแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างขึ้นเองคือสามารถปรับเปลี่ยน หรือออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมหรือเหตุการณ์ได้

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบมาตรฐานเป็นตัวอย่างของการกระทำหรือความรู้ของบุคคลแต่ละคนของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งรับมาภายใต้สภาพการณ์ที่กำหนดการให้คะแนน เป็นไปตามกฎเกณฑ์ และการตีความหมายก็อาจจะเป็นไปตามตารางเกณฑ์ตามปกติ

ไพโรจน์ คะเซนทร์ (2556) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) เพื่อใช้ในการทดสอบผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True-false) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choice)

1.2 แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และตอบแบบอิสระ (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้าง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจง เกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability)

บุญชม ศรีสะอาด (2560) โดยแบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) ซึ่งสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีการกำหนดคะแนนจุดตัดหรือเกณฑ์เพื่อตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ จุดเด่นของแบบทดสอบนี้คือการวัดที่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ให้ครอบคลุมทั้งหลักสูตร โดยใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตรในการสร้าง แบบทดสอบนี้สามารถจำแนกผู้สอบตามระดับความสามารถ และมักใช้คะแนนมาตรฐานในการรายงานผล ซึ่งแสดงถึงความสามารถของผู้สอบเมื่อเทียบกับกลุ่ม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือสำคัญที่ออกแบบมาเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจและความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงเลือกแบบทดสอบที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างเอง ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

อพันธ์ พูลพุทธา (2565) ได้กำหนดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษา
2. กำหนดลักษณะของแบบทดสอบที่จะใช้
3. การสร้างแบบทดสอบ
4. การสร้างตัวคำถาม
5. การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ

ประสาธ เนืองเฉลิม (2567 น.187) ได้ระบุขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ 8 ขั้นตอน

1. กำหนดจุดมุ่งหมาย
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัด

3. กำหนดชนิดของเครื่องมือจากตารางหลักสูตร
4. เขียนข้อสอบ
5. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข คือ ด้านสาระวิชาและด้านการวัดผลทางการศึกษา
6. ทดลองใช้แบบทดสอบ
7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน
8. การเขียนรายงานคู่มือการนำไปใช้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงสรุปได้ว่าขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยขั้นตอนแรกจะต้องศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากนั้นนำมาสร้างตารางการวิเคราะห์ กำหนดตัววัดอุปสรรค และทำการสร้างแบบทดสอบแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกของแบรนเนน (Brennan) มีค่าตั้งแต่ 0.20 - 1.00 นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของโลเวท (Lovett Method) และนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.5 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแนวคิดของ เบนจามิน บลูม ไว้ดังนี้

Bloom (1956) กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีปริมาณ สิ่งนั้นจะสามารถวัดผลได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อยู่ภายใต้แนวคิดนี้ ซึ่งผลการวัดจะได้จากการประเมินด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของนักเรียน ตามแนวความคิดของ เบนจามิน บลูม แบ่งเป็น 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ (Remembering) การจดจำและเรียกคืนข้อมูลที่เรียนมา
2. ความเข้าใจ (Understanding) การแปลความหมายและอธิบายสิ่งที่เรียนด้วยตัวเอง
3. การนำไปใช้ (Application) ใช้ความรู้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่
4. การวิเคราะห์ (Analyzing) แยกแยะและเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ของเนื้อหา
5. การสังเคราะห์ (Synthesis) ผสมผสานความรู้ให้เป็นเรื่องเดียวกันและปรับปรุงให้ดีขึ้น
6. การประเมินค่า (Evaluation) การตัดสินใจและวินิจฉัยโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ซึ่งเป็นการจดจำและเรียกคืนข้อมูลที่เรียนมา ความเข้าใจที่นักเรียนสามารถแปลความหมายและอธิบายสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง การนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ การวิเคราะห์ที่เป็นการแยกแยะและเชื่อมโยงเนื้อหาส่วนต่างๆ การสังเคราะห์โดยการผสมผสาน

ความรู้และปรับปรุงให้ดีขึ้น และสุดท้ายคือการประเมินค่า ซึ่งเป็นการตัดสินและวินิจฉัยโดยใช้มาตรฐานที่กำหนดไว้

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

4.1 ความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

Good (1973) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่าเป็นสภาพหรือระดับความพอใจ ซึ่งผลมาจากความสนใจและเจตคติของบุคคลที่มีต่องาน

Vroom (1964) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ทั้งความพึงพอใจและทัศนคติเป็นคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกันมาก สามารถใช้แทนกันได้ โดยหมายถึง ผลจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้นและทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นถึงความไม่พึงพอใจ

เนตร์พัฒนา ยาวีราช (2560) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า เป็นความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติที่มีความเป็นนามธรรม จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองความต้องการและเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคลที่มีต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสรุปได้ว่าความพึงพอใจคือ ความรู้สึกหรือทัศนคติในเชิงบวกของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน จากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ และความคาดหวังของผู้เรียน โดยครอบคลุมองค์ประกอบต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาวิชา วิธีการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล บรรยากาศในชั้นเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งความพึงพอใจนี้สามารถวัดได้จาก ระดับความรู้สึกชอบ ความประทับใจ หรือการยอมรับของผู้เรียน

4.2 การวัดระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงการวัดระดับความพึงพอใจไว้ดังนี้ Stromborg (1984) ระบุว่า การวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บริการขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา มีสองวิธีที่นิยมใช้ ได้แก่

1. การสัมภาษณ์ คือ การใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงและเชื่อมั่น ข้อดีคือสามารถอธิบายคำถามให้เข้าใจได้ และเหมาะกับผู้ที่อ่านเขียนไม่ได้ แต่ใช้เวลามากและอาจมีข้อผิดพลาดในการสื่อความหมาย

2. การใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุด มีลักษณะเป็นคำถามที่ทดสอบความเที่ยงตรงและเชื่อมั่น ผู้ตอบเลือกหรือเติมคำ ข้อดีคือรวดเร็วและใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ แต่ผู้ตอบต้องสามารถอ่านและเขียนได้ ความพึงพอใจเป็นสถานะที่ต่อเนื่อง ไม่สามารถระบุจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดได้ จึงนิยมใช้แบบมาตรอันดับในการสำรวจ

บุญชม ศรีสะอาด (2560) เสนอว่าความพึงพอใจสามารถวัดได้โดยใช้ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งประกอบด้วยชุดคำถามที่ให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยสามารถให้การสัมภาษณ์ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างอ่านไม่ออกหรือมีความลำบากในการอ่าน รายละเอียดมีดังนี้

1. โครงสร้างแบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

- คำชี้แจงการตอบแบบสอบถาม ระบุจุดมุ่งหมาย ความสำคัญ และวิธีการตอบ รวมถึงขอบคุณผู้ตอบ
- สถานภาพทั่วไป ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบ เช่น เพศ อายุ การศึกษา
- ข้อคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรม ใช้วัดพฤติกรรมที่ต้องการศึกษา

2. รูปแบบของแบบสอบถาม

- ข้อคำถามปลายเปิด ให้ผู้ตอบตอบด้วยคำพูด
- ข้อคำถามปลายปิด มีตัวเลือกให้เลือกตอบ เช่น แบบเลือกตอบจาก 2 ตัวเลือก หรือหลาย

ตัวเลือก

3. หลักเกณฑ์การสร้างแบบสอบถาม

- กำหนดจุดมุ่งหมายชัดเจน
- สร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมาย
- เรียงคำถามให้ต่อเนื่อง
- ใช้ภาษาที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย

4. มาตรฐานประมาณค่า ใช้ในการประเมินพฤติกรรมด้านจิตพิสัย เช่น ความพึงพอใจ มีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ มีระดับความเข้มข้นให้เลือกตอบตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป, สามารถแปลงผลตอบเป็นคะแนนได้, และระดับการเลือกคำตอบอาจเป็นทั้งด้านบวกและลบ

อพนันตรี พูลพุทธา (2565) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประเมินค่า (rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการวัดระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัด (Rating Scale) ใช้แบบวัดลิเคิร์ต (Likert's Method) เพราะสร้างได้ง่าย มีความเชื่อมั่นสูง โดยใช้มาตรประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามรูปแบบของ อพนันตรี พูลพุทธา (2565) แบบมาตราส่วนประเมินค่า (rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

4.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นักวิชาการได้กล่าวถึงการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2553) กล่าวถึงการสร้างแบบวัดความพึงพอใจดังนี้

1. ระบุจุดประสงค์และวิธีการตอบแบบสอบถาม พร้อมยกตัวอย่าง
2. ถ้ามข้อมูลส่วนตัว เช่น ชื่อ เพศ ระดับการศึกษา
3. ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความคิดเห็น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการให้รายละเอียด

ที่ต้องการศึกษาเพื่อคุณภาพของแบบสอบถาม

พัฒนา พรหมณี และคณะ (2563) ได้อธิบายวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ ไว้ดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายของแบบสอบถาม
2. รวบรวมคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจจากโครงสร้างเป้าหมายและสร้างคำถามแต่ละด้านตามประเด็นที่กำหนดไว้
3. นำคำถามไปทดลองใช้
4. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งมีเกณฑ์น้ำหนักคะแนน ดังนี้

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง พึงพอใจมาก

3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง พึงพอใจ น้อย

1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

มีเกณฑ์การแปลความหมายค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจ ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

5. ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยตรวจสอบหาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

5.1 การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยนำแบบสอบถาม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 - 7 คน พิจารณาตรวจสอบให้คะแนนความตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ ซึ่งแต่ละข้อ ต้องมีค่า IOC ระหว่าง 0.50 - 1.00 จากนั้นนำผลการตรวจสอบรายข้อมาหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของ แบบสอบถามทั้งฉบับ ซึ่งต้องมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

5.2 การหาค่าความเชื่อมั่น มี 2 วิธี ดังนี้

1. การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยการทดสอบซ้ำ โดย นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ห่างกัน 1 - 2 สัปดาห์และนำผลคะแนนมาหาค่าสหสัมพันธ์ตามสูตรของ Pearson ซึ่งต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำไปใช้ได้

2. การหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ Cronbach โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 1 ครั้ง นำผลคะแนนมาวิเคราะห์ค่า สัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งจะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำไปใช้ได้

6. ปรับปรุงแบบสอบถามความพึงพอใจตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจ

อพนันตรี พูลพุทธา (2565) ได้ระบุงการสร้างแบบสอบถาม 7 ชั้น ดังนี้

1. พิจารณาหัวข้อและวัตถุประสงค์งานวิจัย

2. พิจารณารูปแบบแบบสอบถามเป็นปลายปิดหรือปลายเปิด

3. ร่างแบบสอบถามให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะและระบุจำนวนข้อ

4. ตรวจสอบแบบสอบถามฉบับร่างและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาความเที่ยงตรง (Validity)

5. นำไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่าง

6. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ

7. สร้างแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ พัฒนา พรหมณี และคณะ (2563) จำนวน 1 ฉบับ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ โดยทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วกำหนดลักษณะของแบบทดสอบ จากนั้นทำการร่างแบบสอบถามและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเพื่อ

ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

5.1 การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

5.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon based learning - PhenoBL) ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาจากประเทศฟินแลนด์ ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความหมายไว้ดังนี้

Sjöström, J., & Eilks, I. (2018) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) เป็นวิธีการสอนที่เน้นการใช้ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงจากรอบๆตัว เพื่อที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยวิธีนี้นักเรียนจะได้ศึกษาและได้ทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนที่มีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานนี้ นักเรียนจะได้ศึกษาปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือเรื่องที่ต้องการเรียนรู้ ผ่านการสังเกตและวิเคราะห์ปรากฏการณ์นั้นๆ จากนั้นนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานช่วยสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและทฤษฎีที่มีความเชื่อถือได้ เนื่องจากการเชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เช่น การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสังคม หรือการทดลองต่างๆ

อรพรรณ บุตรกัตถัญญ (2561) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ เป็นแนวทางในการศึกษาของฟินแลนด์ที่ใช้ปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้แบบองค์รวมของผู้เรียนและมีส่วนร่วมกับโลกแห่งความเป็นจริง และมุ่งเน้นไปที่การสำรวจปรากฏการณ์ทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบและเข้าใจ เชื่อมโยงระหว่างแต่ละวิชาเข้าด้วยกัน การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ยังส่งเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้เรียนซึ่งในขณะที่มีการทำงานร่วมกัน นักเรียนจะได้ร่วมมือกันสำรวจและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เลือก ทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจเนื่องจากการเรียนรู้เกิดจากสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนเอง

ชุติกานต์ เอี้ยวเล็ก และ อรทัย อนุรักษวัฒน์ (2565) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ เป็นวิธีการสอนที่มุ่งเน้นการใช้ปรากฏการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นฐาน ช่วยในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์มีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังช่วยให้ นักเรียนในระดับชั้นประถมที่เรียนรู้โดยใช้วิธีนี้ เกิด

ความเข้าใจถึงองค์ความรู้ กระบวนการคิดและยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับสูงอีกด้วย

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) เป็นวิธีการสอนที่เน้นการใช้ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นรอบๆตัว โดยการจัดการเรียนรู้นี้จะช่วยในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนและนักเรียนยังได้ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเอง และแนวทางการเรียนรู้นี้ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยกันเอง เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

5.1.2 ลักษณะสำคัญการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

Silander (2015) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ซึ่งเป็นแนวคิดในการเรียนรู้ที่มีลักษณะเฉพาะ โดยระบุว่า มีลักษณะหลัก 5 ประการดังนี้

1. เป็นองค์รวม (Holisticity) คือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เน้นความหลากหลายและการสำรวจเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงๆ โดยไม่จำกัดเฉพาะในรายวิชาเดิม แต่มุ่งเน้นการสำรวจเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์รอบๆตัว

2. มีสภาพความเป็นจริง (Authenticity) การใช้สภาพแวดล้อมจริงๆ เพื่อการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจทฤษฎีและข้อมูลที่เรียนมีความสำคัญและประโยชน์ในชีวิตจริง

3. สอดคล้องกับบริบท (Contextuality) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน คำนึงถึงบริบทที่ถูกสร้างขึ้นและสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ โดยปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ อาจจะไม่ชัดเจนแต่จะค่อยๆชัดเจนขึ้นตามการสังเกตและเกิดความเข้าใจจากตัวอย่างที่กว้างขึ้น

4. เรียนรู้ผ่านการสืบสอบโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Inquiry Learning) นักเรียนได้มีโอกาสตั้งคำถามของตนเองและสร้างความรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการนี้

5. ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) การเรียนรู้ไม่เพียงแต่การรับข้อมูลเท่านั้น แต่ยังเน้นการตั้งสมมติฐานและการนำทฤษฎีมาใช้ นักเรียนจะได้รับคำแนะนำว่าควรเรียนรู้อย่างไร และสามารถวางแผนขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น

ดังนั้น จากการศึกษาลักษณะสำคัญการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานของ Silander (2015) คือ การเป็นองค์รวมที่เน้นความหลากหลายของปรากฏการณ์ ตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นรอบตัวที่มีความสอดคล้องกับบริบทและสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ โดยผ่านการตั้งคำถามหรือปัญหา รวมถึงการตั้งสมมติฐานและการนำทฤษฎีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

5.1.3 แนวคิดและทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

พงศธร มหาวิจิตร (2560) ได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานโดยกล่าวไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบ Constructivism คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน รากฐานมาจากแนวคิดการเรียนรู้แบบ Constructivism โดยที่นักเรียนจะต้องเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และความรู้จะถูกสร้างขึ้นผ่านการแก้ปัญหา (Problem-Solving) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

2. การเรียนรู้แบบ Socio-Constructivist เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ถูกนำมาใช้ในบริบทของการทำงานร่วมกันเป็นทีม ยังช่วยเสริมแนวคิด Socio-Constructivist โดยเน้นไปที่การสร้างความรู้และความเข้าใจผ่านการโต้ตอบและการทำงานร่วมกันในกลุ่ม

3. ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมสังคม การนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ไปใช้ในการส่งเสริมทฤษฎีการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมสังคม โดยเน้นไปที่การเห็นความสำคัญของข้อมูลเพื่อการสร้างสังคมความรู้

4. บริบทของสังคมความรู้ เป็นแนวคิดในการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมสังคม โดยข้อมูลความรู้ไม่ได้เป็นเพียงสินทรัพย์ของบุคคลเท่านั้น แต่ยังเป็นสิ่งที่สร้างสังคมความรู้ เช่น ระบบสัญลักษณ์และเครื่องมือการคิด เช่น ภาษา และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีต้นกำเนิดมาจากแนวคิดการเรียนรู้แบบ Constructivism โดยที่ผู้เรียนถูกมองว่าเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และข้อมูลความรู้ถูกสร้างขึ้นผ่านการแก้ปัญหา (Problem-Solving) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ไม่เพียงแต่เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน แต่ยังเป็นแนวคิดที่สนับสนุนการสร้างสังคมความรู้และการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมสังคมในระดับที่กว้างขึ้นอีกด้วย

5.1.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเป็นหนึ่งในแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นการเรียนรู้เชิงรุก โดยมีลักษณะ คือ การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง จะให้ความสำคัญกับความเรียนรู้และความสนใจของนักเรียนโดยตรง โดยสร้างบรรยากาศในการสร้างความเข้าใจและการสร้างองค์ความรู้ให้กับนักเรียนตามความสามารถและความสนใจ และมีความยืดหยุ่นในการใช้กระบวนการ ซึ่งแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานไม่มีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ที่ตายตัว ผู้สอนสามารถปรับใช้และประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสมของผู้เรียนและเนื้อหาที่สอน

Silander (2015) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การสังเกตและสำรวจปรากฏการณ์ โดยเริ่มต้นจากการสังเกตและศึกษาปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสนใจในโลกแห่งความเป็นจริง โดยใช้การเรียนรู้แบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงจากหลากหลายสถานการณ์
2. การตั้งคำถามหรือปัญหา เป็นการกำหนดปัญหาหรือการตั้งคำถามให้เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อสร้างความกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้
3. การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ เป็นการใช้การปฏิบัติหรือลงมือทำการศึกษาเพื่อศึกษาปรากฏการณ์และสร้างความเข้าใจ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเอง
4. การสะท้อนคิดและการประเมิน เป็นการสะท้อนความคิดและการประเมินตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นในบริบทของการเรียนรู้ เช่น การทำงานจริงในห้องเรียน หรือการลงมือทำการทดลอง

Daehler and Folsom (2016) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ตามแนวคิด 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 เลือกปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select an Interesting Phenomenon) ปรากฏการณ์ที่เลือกมาควรที่จะมีความสอดคล้องทั้งประสบการณ์และระดับชั้นของนักเรียน และจะต้องมีความน่าสนใจทั้งต่อตัวครูและนักเรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์คุณค่าของบทเรียนที่มีอยู่ (Analyze the Utility of Your Existing Lessons) ครูควรพิจารณาว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากกิจกรรมและจะประยุกต์สิ่งเหล่านั้นไปสู่ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร

ขั้นที่ 3 วางลำดับกิจกรรม (Plan a Sequence of Activities) เริ่มต้นด้วยการสังเกตปรากฏการณ์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อสำรวจแนวคิดและตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 วางแผนการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน (Make a Plan for How You will Know Students have made Sense of the Phenomenon) โดยให้นักเรียนเขียนคำอธิบาย ออกแบบนำเสนอ สรุปรูปของโปสเตอร์ นำเสนอปากเปล่าหรือแสดงออกใน รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เพื่อสะท้อนว่าพวกเขามีความคิดรวบยอดและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้ เรียนรู้ได้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2562) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานดังนี้

1. เลือกปรากฏการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบ PhenoBL การเลือกปรากฏการณ์นี้จะต้องมีลักษณะเป็นปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนหรือมีความสำคัญต่อชีวิตของนักเรียน และต้องเป็นปรากฏการณ์ที่เหมาะสมกับมาตรฐานและตัวชี้วัดตามหลักสูตร

2. ใช้กระบวนการ PEE ในการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์ที่เลือก

- P (Planning) การวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยการคัดเลือกเนื้อหาจากมาตรฐานและตัวชี้วัด รวมถึงการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อธรรมชาติของวิชานั้น ๆ

- E (Execution) การดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และการสนับสนุนและกำลังใจเสริมทางบวกแก่นักเรียนในการเรียนรู้

- E (Evaluation) การประเมินผลการเรียนรู้โดยการใช้หลากหลายวิธีการประเมินที่ไม่ใช่เพียงการให้เกรด แต่เน้นการพัฒนาตัวเองของผู้เรียนในกรอบที่กำหนด

ดังนั้น การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานนั้นเน้นการให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการสร้างความรู้และความเข้าใจ โดยการเรียนรู้จะเกิดขึ้นผ่านประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนจะได้เรียนรู้อย่างแท้จริงจากการสะท้อนคิดและการประเมินตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นในบริบทของการเรียนรู้และการปฏิบัติชีวิตประจำวันของตน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเห็นผล และส่งเสริมการพัฒนาสู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ Silander (2015) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. การสังเกตและสำรวจปรากฏการณ์ โดยเริ่มต้นจากการสังเกตและศึกษาปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสนใจในโลกแห่งความเป็นจริง โดยใช้การเรียนรู้แบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงจากหลากหลายสถานการณ์

2. การตั้งคำถามหรือปัญหา เป็นการกำหนดปัญหาหรือการตั้งคำถามให้เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ เพื่อสร้างความกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้

3. การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ เป็นการใช้การปฏิบัติหรือลงมือทำการศึกษาเพื่อศึกษาปรากฏการณ์และสร้างความเข้าใจ โดยนักเรียนจะได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสะท้อนคิดและการประเมิน เป็นการสะท้อนความคิดและการประเมินตามสภาพจริงที่เกิดขึ้นในบริบทของการเรียนรู้ เช่น การทำงานจริงในห้องเรียน หรือการลงมือทำการทดลอง

5.1.5 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน

ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาจากความสามารถในการทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ซึ่งวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ชวลิต ชูกำแหง (2553) ได้ให้ความหมายการหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่าในการวิจัยด้านหลักสูตรและการสอน นักวิจัยมักใช้นวัตกรรมจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยจำเป็นต้องประเมินคุณภาพของนวัตกรรมนั้นๆ วิธีที่นิยมคือการหาค่าประสิทธิภาพ ซึ่งไม่ใช่ค่าสถิติ แต่เป็นขั้นตอนในการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่สามารถหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1/E_2) ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่และสามารถสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนาผู้เรียนวัดจากข้อมูลผลการเรียนรู้ที่แสดงถึงพัฒนาการของนักเรียน คำนวณจาก คะแนนแบบทดสอบย่อย คะแนนพฤติกรรมการเรียนคะแนนกิจกรรมกลุ่มที่ไม่ใช้คะแนนจากแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทักษะในการคำนวณ มีสูตรคำนวณดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มระหว่างภาคเรียนทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งชี้ว่าการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลหรือไม่ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด โดยสามารถคำนวณจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ใช้คะแนนจากผู้เรียนทุกคนในการคำนวณและวัดผลหลังสิ้นสุดการทดลองหรือการจัดการเรียนรู้ มีสูตรคำนวณดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 B แทน คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน

การประเมินประสิทธิภาพต้องการการกำหนดเกณฑ์สำหรับการพิจารณา โดยทั่วไปจะใช้หลักการเรียนรู้ที่ครอบคลุม ซึ่งกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 80 และยอมรับข้อผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 ดังนั้นประสิทธิภาพที่ยอมรับได้จึงต้องไม่น้อยกว่า $80 - 2.5 = 77.5$ ขณะเดียวกัน เกณฑ์ความ

ผิดพลาดที่ยอมรับได้โดยทั่วไปไม่ควรเกินร้อยละ 5 นวัตกรรมการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะมักจะมีกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าการพัฒนาความรู้ เนื่องจากการพัฒนาทักษะต้องใช้เวลาและกระบวนการมากกว่า เช่น นวัตกรรมที่มุ่งเน้นการพัฒนาความรู้อาจตั้งเกณฑ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 ในขณะที่นวัตกรรมที่เน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ อาจตั้งเกณฑ์ (E_1/E_2) เท่ากับ 75/75

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้นิยามประสิทธิภาพ (Efficiency) ว่าเป็นคุณภาพของความสามารถในการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด โดยใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด ทั้งในด้านเวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่าย ประสิทธิภาพนี้สามารถวัดได้จากอัตราส่วนหรือร้อยละที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ของงานนั้นๆ

มนตรี วงษ์สะพาน (2563) ได้ความหมายของการหาประสิทธิภาพ เป็นการนำรวมจากการตรวจแบบฝึกหรือจากกิจกรรมต่างๆและคำนวณคะแนนสอบหลังเรียนและหาค่า (E_1/E_2) จากสูตร

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คือ ประสิทธิภาพของงานและการฝึกปฏิบัติ โดยการรวบรวมคะแนนจากชิ้นงานของนักเรียนแต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบเป็นร้อยละ โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum x$ แทน คะแนนรวมของคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มระหว่างภาคเรียนทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดการเรียนรู้โดยเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยและเทียบเป็นร้อยละ โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 B แทน คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ เกณฑ์ 75/75 ตัวแรกคือ (E_1) ประสิทธิภาพของงานและการฝึกปฏิบัติ จากคะแนนผลงานระหว่างเรียน และแบบทดสอบย่อย ซึ่งต้องได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป ถือว่าเป็น

ประสิทธิภาพของงานและการฝึกปฏิบัติ 75 ตัวหลัง (E_2) คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดการเรียนรู้ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75 ขึ้นไป ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์หลังการจัดการเรียนรู้

5.2 สื่อรูปธรรม

ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget's Theory of Cognitive Development) เน้นให้เด็กเกิดการเรียนรู้และเข้าใจจากรูปธรรมสู่นามธรรม เมื่อได้มีการสัมผัสวัตถุ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จะช่วยให้เด็กเกิดการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยมีนักวิชาการหลาย ท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

5.2.1 ความหมายของสื่อรูปธรรม

อัครราชู กันทาปอง (2016) ได้กล่าวว่า สื่อรูปธรรม เป็นสื่อประกอบการเรียน การสอน สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจและทำให้เกิดความเชื่อมโยงได้เป็นอย่างดี

นิติธร ปิลวาสน์ (2556) ได้อธิบายว่า สื่อรูปธรรมเป็นสื่อที่สามารถสร้างประสบการณ์ตรง ให้กับผู้เรียน เป็นวัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยเฉพาะการมองเห็นและการสัมผัส ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้ง่ายขึ้น

ดังนั้น สื่อรูปธรรมในงานวิจัยนี้หมายถึง สื่อ ที่มีลักษณะที่แทนสิ่งที่เป็นนามธรรม เป็น รูปภาพ วัสดุ อุปกรณ์ที่แทนสิ่งที่เป็นนามธรรม เพื่อให้นักเรียนได้มีการสัมผัสและมองเห็นได้ด้วยตา เปล่า

5.2.2 ลักษณะของสื่อรูปธรรม

ทิตนา แชมมณี (2553) ได้อธิบายลักษณะของสื่อรูปธรรมไว้ว่า เป็นวัสดุหรืออุปกรณ์ที่สามารถจับต้องสัมผัสได้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก สามารถสร้างประสบการณ์ตรงให้กับผู้เรียน มีความคงทนถาวร สามารถนำกลับมาใช้ได้หลายครั้ง สามารถนำเสนอเนื้อหาที่เป็นนามธรรมใน ลักษณะที่เป็นรูปธรรมและกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน โดยเฉพาะการมองเห็นและการสัมผัส

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2553) ได้อธิบายลักษณะของสื่อรูปธรรม คือ สื่อที่นำเสนอเนื้อหาใน ลักษณะที่เป็นรูปธรรม มีลักษณะเป็นวัตถุ 3 มิติ สามารถสร้างประสบการณ์ตรงที่มีความหมายให้กับ ผู้เรียน มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัย ของผู้เรียน ช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับเนื้อหาใหม่ที่ต้องการสอน สามารถกระตุ้น ความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ดี ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน ร่วมกัน ทั้งการดู การฟัง และการสัมผัส และเป็นสื่อที่มีความปลอดภัยในการใช้งาน เหมาะสมกับ พัฒนาการของผู้เรียน

รววิทย์ นิเทศศิลป์ (2557) ได้กล่าวถึงลักษณะของสื่อรูปธรรม คือ มีลักษณะ 3 มิติ ที่ สามารถมองเห็นและสัมผัสได้จริง สามารถแสดงโครงสร้างหรือกลไกการทำงานของได้ เป็นสื่อที่

สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เหมาะสำหรับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น สามารถนำไปใช้ในการสอนได้หลากหลายวิธี ทั้งการสาธิต การทดลอง และการเรียนรู้แบบค้นพบและสามารถส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ได้

ดังนั้น ลักษณะของสื่อรูปธรรมคือมีลักษณะที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ มีความคงทน สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และยังช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น

5.2.3 ประเภทของสื่อรูปธรรม

กิดานันท์ มลิทอง (2554) ได้แบ่งประเภทของสื่อรูปธรรมไว้ 5 ประเภท

1. สื่อของจริง (Real Objects) คือ วัสดุหรือสิ่งของที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือชีวิตประจำวัน
2. สื่อหุ่นจำลอง (Models) คือ สิ่งที่จำลองมาจากของจริงแต่มีขนาดเล็กลงหรือใหญ่ขึ้น
3. สื่อภาพนิ่ง 3 มิติ (Three-Dimensional Still Pictures) คือ ภาพที่มีความลึกหรืออนุ
4. สื่อการสาธิต (Demonstration Materials) คือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดง

กระบวนการหรือขั้นตอน

5. สื่อชุดการสอน (Instructional Kits) คือ ชุดสื่อที่รวมวัสดุอุปกรณ์หลายชนิดเข้าด้วยกัน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553) แบ่งประเภทของสื่อรูปธรรมไว้ 5 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน

1. สื่อรูปธรรมเพื่อการสำรวจ (Exploratory Materials) คือ วัสดุอุปกรณ์ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้สำรวจและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

2. สื่อรูปธรรมเพื่อการสาธิต (Demonstration Materials) คือ สื่อที่ใช้ในการแสดงหลักการ ทฤษฎี หรือแนวคิด

3. สื่อรูปธรรมเพื่อการทดลอง (Experimental Materials) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐาน

4. สื่อรูปธรรมเพื่อการฝึกปฏิบัติ (Manipulative Materials) คือ วัสดุที่ผู้เรียนสามารถจับต้อง เคลื่อนย้าย หรือเปลี่ยนแปลงได้

5. สื่อรูปธรรมเพื่อการแก้ปัญหา (Problem-solving Materials) คือ อุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนฝึกการแก้ปัญหา

วาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2555) แบ่งประเภทของสื่อรูปธรรมไว้ 5 ประเภท ตามลักษณะการผลิตและวัสดุ

1. สื่อธรรมชาติ (Natural Materials) คือ วัสดุจากธรรมชาติที่นำมาใช้โดยตรงหรือดัดแปลงเล็กน้อย

2. สื่อสร้างสรรค์ (Creative Materials) คือ วัสดุที่ถูกออกแบบและผลิตขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาโดยเฉพาะ

3. สื่อดัดแปลง (Adapted Materials) คือ วัสดุอุปกรณ์ทั่วไปที่นำมาดัดแปลงเพื่อใช้ในการศึกษา

4. สื่อเทคโนโลยีผสมผสาน (Technology-Enhanced Concrete Materials) คือ สื่อรูปธรรมที่มีการนำเทคโนโลยีมาผสมผสาน

5. สื่อรูปธรรมเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Concrete Materials) คือ สื่อที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้หลากหลายรูปแบบ

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2556) แบ่งประเภทของสื่อรูปธรรมไว้ 5 ประเภท ตามพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน

1. สื่อรูปธรรมขั้นพื้นฐาน (Basic Concrete Materials) คือ สื่อที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในช่วงปฐมวัยถึงประถมศึกษาตอนต้น

2. สื่อรูปธรรมขั้นกึ่งนามธรรม (Semi-Abstract Materials) คือ สื่อที่เริ่มมีความเป็นนามธรรมมากขึ้น เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย

3. สื่อรูปธรรมเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Concrete Materials) คือ สื่อที่แสดงความสัมพันธ์เชิงสัญลักษณ์ เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

4. สื่อรูปธรรมเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Concrete Materials) คือ สื่อที่ช่วยในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายถึงอุดมศึกษา

5. สื่อรูปธรรมบูรณาการ (Integrated Concrete Materials) คือ สื่อที่บูรณาการศาสตร์หลายแขนงเข้าด้วยกัน สามารถใช้ได้กับผู้เรียนหลายระดับ

ดังนั้น สื่อรูปธรรมที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีลักษณะการใช้งานคล้ายกับของกิดานันท์ โดยสื่อจะมีลักษณะที่เป็นสื่อของจริงใช้ในการแสดงขั้นตอนการทดลอง มีการใช้สื่อเทคโนโลยีมาผสมผสานในการจัดการเรียนรู้ และยังสามารถบูรณาการหลายวิชาเข้าด้วยกัน เพื่อทำการทดลองหาคำตอบของปัญหา

5.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

ผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์ หมายถึง นักเรียนจะได้ร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์รอบๆตัว หรือจากสื่อรูปธรรมที่ครูได้นำเสนอ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษา ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์นั้นๆ

ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา หมายถึง การศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มจากการตั้งคำถาม หรือกำหนดปัญหาที่สนใจ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเพื่อตั้งคำถามให้ครอบคลุมปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำและกระตุ้นนักเรียน

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มร่วมกันลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยในการทดลองได้ใช้สื่อรูปธรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ได้แก่ สื่อที่มาจากธรรมชาติหรือที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น เปลือก ไม้ ผลไม้ น้ำตาล เป็นต้น และสื่อที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องหรือการให้นักเรียนทำ Lab Online

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ หมายถึง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ สรุปในแบบที่ตัวเอง ต้องการ เพื่อให้ได้องค์ความรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้ ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันประเมินสรุปองค์ความรู้ที่ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

อนุเบศ ทศนิยม (2563) ได้ทำการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลการพัฒนา พบว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ จากหลังจากจบการปฏิบัติการในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 พบว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทำวงรอบปฏิบัติการที่ 3 อยู่ที่ร้อยละ 84.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดอันเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมปลาย ซึ่งจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับสูงอยู่แล้ว แต่ต้องได้รับการพัฒนา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก็ถือว่าเป็นหนึ่งในการคิดขั้นสูง

จุฑามาศ กันทะวัง (2563) ได้ทำการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชา

ชีววิทยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน และมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ทัศนธร จุ้ยสวัสดิ์ (2564) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยมีจุดประสงค์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและเพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่องจลนศาสตร์เคมี ส่งผลให้ นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ลินดา เขจรแซ (2564) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ วัดจุดประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับเรียนแบบปกติ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ และแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือค่าทีแบบเป็นอิสระต่อกัน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกันและนักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชานันท์ วรพัฒนานนท์ (2565) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา เรื่องปรากฏการณ์ของโลกและภัยธรรมชาติของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ และผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและภัยธรรมชาติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และใบกิจกรรม สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลวิจัยพบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาจะต้องเลือกปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน มีการใช้เทคโนโลยีและสถานการณ์ ตัวอย่างจะต้องสอดคล้องกับปรากฏการณ์ที่นักเรียนได้ศึกษาและเน้นทำงานเป็นกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และผลของการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาพบว่าหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในภาพรวมสูงขึ้นจากร้อยละ 49.75 เป็น 81.25 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยช่วยเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่ศึกษากับศาสตร์ต่างๆ และส่งเสริมการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ รวมไปถึงการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานยังจะช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีความแปลกใหม่ นักเรียนมีอิสระในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและนักเรียนให้ความร่วมมือและกระตือรือร้นในการเรียน สามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายระดับการศึกษา ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับอุดมศึกษา ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานก็เป็นอีกหนึ่งนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจเพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงการตั้งสมมติฐาน ศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล และเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ตรงกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานมาพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยครั้งนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

Abubakar Sani (2020) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน สำหรับสถาบันอุดมศึกษาของไนจีเรีย: แนวทางหลักสูตรใหม่เพื่อตอบสนองความท้าทายแห่งศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาหมายถึงนักเรียนและสมาชิกชุมชนซึ่งเป็นผู้เข้าร่วมในแนวทางการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์ที่สถาบันอุดมศึกษาของไนจีเรีย โดยผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นและการได้ลงมือปฏิบัติผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาพบว่าการออกแบบหลักสูตรประสบความสำเร็จในการทำให้บุคคลสามารถเพิ่มโอกาสในการทำงานเป็นอิสระมากขึ้นและตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่างในสาขาต่างๆ โดยเน้นย้ำถึงความสำคัญของแนวทางหลักสูตรที่เป็นนวัตกรรม

Lukman Nulhakim (2022) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานผ่านแนวทางทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่ม พบว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามการสอนทำให้คะแนน MCS สูงขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการเรียนรู้ทั่วไป ผลการพบว่า ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์การสอนผ่านแนวทางวิทยาศาสตร์ ช่วยเพิ่มทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Chia-Wen Tsai (2023) ได้ศึกษาการใช้การเรียนรู้ร่วมหลักสูตรผ่านเว็บและการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์เพื่อพัฒนาการเขียนโปรแกรมของนักเรียนและการรับรู้ความสามารถตนเองต่อการเขียนโปรแกรม โดยพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมและความสามารถในตนเองของนักศึกษาชั้นปีแรกที่ลงทะเบียนในรายวิชา 'การออกแบบการเขียนโปรแกรม' และเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (CCL) กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยในไต้หวัน โดยผลการศึกษาพบว่านักศึกษาในกลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีสื่อกลางคือเว็บไซต์ แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของนักศึกษาที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

Jenny C. Cano (2023) การศึกษาจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อวิดีโอที่มีต่อการรับรู้ความสามารถตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่สอง ที่ลงทะเบียนเรียนใน Calculus 2 ที่มหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งฟิลิปปินส์ตอนใต้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจกับประสบการณ์ที่ท้าทาย โดยสามารถพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อวิดีโอมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดสอบสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยการศึกษาคะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่เทียบได้ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองหลังการทดสอบ พบว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อวิดีโอ ช่วยเพิ่มทักษะเฉพาะ โดยนักศึกษาในกลุ่มทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุม

Leah J. และ คณะ (2024) ได้พัฒนาความเข้าใจให้เหตุผลเชิงสาเหตุด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในรายวิชาเคมีเบื้องต้น โดยงานวิจัยมุ่งเน้นไปที่การจัดการสอนและการประเมินในหลักสูตรเคมีเพื่อเพิ่มความเข้าใจของนักเรียนในระดับอุดมศึกษามหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี สหรัฐอเมริกา เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางเคมีผ่านการให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุ สืบสวนว่าเหตุการณ์ที่สังเกตได้สามารถนำไปสู่การให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุซึ่งมีความสำคัญต่อคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร โดยใช้ปรากฏการณ์การละลายและจุดเดือดเป็นตัวช่วยในการศึกษา มีการศึกษาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันสามแบบ โดยมีการเน้นระดับที่แตกต่างกันในการให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุในการสอน เพื่อระบุระดับของการให้เหตุผลทั้งในการจัดการเรียนการสอนและการตอบคำถามของผู้เรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุในระดับที่สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานสามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกระดับชั้นการศึกษา และการนำปรากฏการณ์เป็นฐานมาใช้ในการศึกษาแสดงให้เห็นผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นในหลากหลายด้าน ทั้งการพัฒนาทักษะเฉพาะทางและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวม ซึ่งสนับสนุนประสิทธิภาพของวิธีการนี้ในการจัดการเรียนการสอน

กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน โดยมีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้อย่างนี้

- ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์
- ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา
- ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ
- ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Lawson 2009

1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย
4. รูปแบบการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งสิ้น 98 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 36 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 4 เครื่องมือ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม หน่วยสารละลาย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 แผน ทำการสอนในชั่วโมงเรียนปกติ 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ จำนวน 2 ชั่วโมง
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง คำนวนความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ จำนวน 1 ชั่วโมง
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb) จำนวน 2 ชั่วโมง
 - แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คำนวนความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb) จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีและโมแลลลิตี
จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีโมแลลลิตี
จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล จำนวน 2
ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล
จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การเตรียมสารละลาย จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง คำนวณการเตรียมสารละลาย จำนวน 1 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของ
สารละลาย) จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของ
สารละลาย) จำนวน 1 ชั่วโมง

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดองค์ประกอบการให้เหตุผลทั้ง 4
ด้าน คือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้
เหตุผลแบบอุปนัย เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 15 ข้อ และแบบอัตนัย 5 ข้อ รวมทั้ง 4 ด้านเป็น
ทั้งหมด 20 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ โดยจะใช้วัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากการเรียนรู้
โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สาร
ละลาย ประกอบไปด้วย ปรนัยจำนวน 40 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม จำนวน 12 ข้อ จำนวน 1 ฉบับ

การสร้างและการหาคคุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ได้ถูกออกแบบตาม
ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายหลักสูตร สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา โครงสร้างรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง สารละลาย

1.2 วิเคราะห์หลักสูตรและความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามกรอบของหลักสูตร โดยแบ่งเนื้อหาย่อย เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

แผน ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	สื่อ รูปธรรม	เวลา (ชั่วโมง)
1	คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยต่าง ๆ	ความเข้มข้น ในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K) 2. เตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	น้ำเชื่อม	2
2	คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยต่าง ๆ	คำนวณความ เข้มข้นใน หน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K) 2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยร้อยละได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	น้ำผลไม้	1
3	คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยต่าง ๆ	ความเข้มข้น ในหน่วยส่วน ในล้านส่วน (ppm)และ ส่วนใน พันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนใน ล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (K) 2. เตรียมสารละลายในหน่วยส่วนในล้าน ส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	phET applicat ion	2
4	คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยต่าง ๆ	คำนวณความ เข้มข้นใน หน่วยส่วนใน	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนใน ล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (K)	phET applicat ion	1

แผน ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	สื่อ รูปธรรม	เวลา (ชั่วโมง)
		ล้านส่วน (ppm)และ ส่วนใน พันล้านส่วน (ppb)	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนใน พันล้านส่วนได้(P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)		
5	อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นในหน่วย โมลาริตี และปริมาตร ของสารละลาย ตามที่ กำหนด	ความเข้มข้น ของ สารละลาย หน่วยโมลาริตี และโมลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี และโมลลิตีได้ (K) 2. เตรียมสารละลายในหน่วยความ เข้มข้น โมลาริตีโมลลิตี (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	น้ำเกลือ ฝักกาด	2
6	อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นในหน่วย โมลาริตี และปริมาตร ของสารละลาย ตามที่ กำหนด	คำนวณความ เข้มข้นของ สารละลาย หน่วยโมลาริตี โมลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมลลิตีได้ (K) 2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยโมลาริตีและโมลลิตีได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	น้ำเกลือ	1
7	อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นในหน่วย โมลาริตีและปริมาตร ของสารละลาย ตามที่ กำหนด	ความเข้มข้น ของ สารละลาย หน่วยเศษส่วน โมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วน โมลได้ (K) 2. เตรียมความเข้มข้นของสารละลายใน หน่วยเศษส่วนโมลได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	เมล็ด กาแฟ	2
8	อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นในหน่วย โมลาริตี และปริมาตร ของสารละลาย ตามที่	คำนวณความ เข้มข้นของ สารละลาย หน่วยเศษส่วน โมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วน โมลได้ (K) 2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (P)	น้ำเชื่อม	1

แผน ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	สื่อ รูปธรรม	เวลา (ชั่วโมง)
	กำหนด		3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)		
9	อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลาย ตามที่กำหนด	การเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K) 2. เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	น้ำเกลือ	2
10	อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลาย ตามที่กำหนด	คำนวณการเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K) 2. คำนวณการสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	Virtual Labs by IIT Delhi (Lab online)	1
11	เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณจุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย	สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ (K) 2. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้ (P) 3. คำนวณค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	Virtual Labs by IIT Delhi (Lab online)	2
12	เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณจุดเดือด และจุดเยือกแข็งของสารละลาย	สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ (K) 2. บอกความหมายของค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้ 3. คำนวณค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้ (P) 3. ตั้งใจเรียนรู้และแสวงหาความรู้ได้ (A)	phET application	1

แผน ที่	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ชื่อแผน	จุดประสงค์การเรียนรู้	สื่อ รูปธรรม	เวลา (ชั่วโมง)
รวม					18

1.3 ศึกษาวิธีการ หลักการ ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับการใช้สื่อรูปธรรม

1.4 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่ได้กำหนดไว้ และดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพ เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยมาก

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัด และประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ได้แก่

1. รองศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อริฎ ชูกระเดื่อง คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กนกอร คำผุย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

3. นางสาวพชรวรรณ มีหนองบัว ครูสอนในรายวิชาเคมี ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

4. นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ ครูสอนในรายวิชาเคมี ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

5. นางชนรินทร์ ศรีหาเศษ ครูสอนในรายวิชาเคมี ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1.6 หลังเสนอผู้เชี่ยวชาญได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการเรียนรู้ และทำการวิเคราะห์ความเหมาะสม โดยการหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาแปลความหมาย ดังนี้ (อพันตรี พูลพทุฐา, 2565)

4.50 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50 - 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพของการจัดการเรียนรู้พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกแผน โดยมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.97 ถึง 4.18

1.7 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 จำนวน 37 คน โดยได้ทำการปรับปรุงด้านระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้ยืดหยุ่นมากขึ้น และเพิ่มอุปกรณ์การทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ช่วยกันทำการทดลอง

1.8 หลังทดลองใช้ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ด้าน การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย ด้านละ 5 ข้อ รวม 15 ข้อ และแบบอัตนัยด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย 5 ข้อ รวมทั้ง 4 ด้านเป็นทั้งหมด 20 ข้อ ได้ถูกออกแบบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ตารางที่ 2 จำนวนข้อของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ด้าน	สร้างขึ้น			ใช้จริง		
	ปรนัย	อัตนัย	รวม	ปรนัย	อัตนัย	รวม
การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน	7	-	7	5	-	5
การให้เหตุผลแบบอธิบาย	-	7	7	-	5	5
การให้เหตุผลแบบนิรนัย	7	-	7	5	-	5
การให้เหตุผลแบบอุปนัย	7	-	7	5	-	5
รวม	21	7	28	15	5	20

2.4 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนโดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 2 เป็นการวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นข้อสอบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (rubric assessment) จำนวน 5 ระดับคะแนน ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลแบบอธิบาย

ระดับคะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอธิบาย
4 (ดีมาก)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้อย่างชัดเจน
3 (ดี)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ชัดเจน
2 (พอใช้)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่เขียนสูตร แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียด สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ชัดเจน
0 (ไม่มีความพยายาม)	นักเรียนไม่เขียนตอบ หรือ แทนค่าไม่ถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง สรุปผลไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ถูกต้อง

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปหาค่าความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญโดยจะพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า ข้อสอบผ่านเกณฑ์ตามจุดประสงค์ จำนวน 26 ข้อ จากทั้งหมด 28 ข้อ ผู้วิจัยคัดไว้ใช้ 20 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00

2.7 จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 สร้างตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้วิจัยร่างแบบทดสอบปรนัย จำนวน 66 ข้อ เพื่อคัดเลือกให้เหลือ 40 ข้อ แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข ตารางที่ 4 จำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามรูปแบบของ Bloom 1956

เนื้อหา	จุดประสงค์	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย							
		รู้จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	สร้าง	ต้องการ
1. ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)		2					2	1
	2. เตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)			3				3	1
2. การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	3						3	2
	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)				3			3	2
3. ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (K)		2					2	1
	2. เตรียมสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (P)				3			3	2
4. การ	1. อธิบายความหมายของ	3						3	2

<p>คำนวณความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)</p>	<p>หน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (K)</p>								
	<p>2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้(P)</p>				3			3	2
<p>5. ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีและโมแลลิตี</p>	<p>1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมแลลิตีได้ (K)</p>	2						2	1
	<p>2. เตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นโมลาริตีโมแลลิตี (P)</p>				3			3	2
<p>6. การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีโมแลลิตี</p>	<p>1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีโมแลลิตีได้ (K)</p>	3						3	2
	<p>2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมแลลิตีได้ (P)</p>				3			3	2
<p>7. ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล</p>	<p>1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (K)</p>	2						2	1
	<p>2. เตรียมความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (P)</p>				3			3	2
<p>8. คำนวณ</p>	<p>1. อธิบายความหมายของ</p>		3					3	2

ความเข้มข้น ของ สารละลาย	หน่วยความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วย เศษส่วนโมลได้ (K)								
หน่วย เศษส่วนโมล	2. คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายในหน่วย เศษส่วนโมลได้ (P)				3			3	2
9. การเตรียม สารละลาย	1. อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นและปริมาตร ที่ต้องการได้ (K)		2					2	1
	2. เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นและปริมาตร ที่ต้องการได้ (P)				3			3	2
10. การ คำนวณการ เตรียม สารละลาย	1. อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นและปริมาตร ที่ต้องการได้ (K)			2				2	1
	2. คำนวณการสารละลาย ที่มีความเข้มข้นและ ปริมาตรที่ต้องการได้ (P)				3			3	2
11สมบัติบาง ประการของ สารละลาย (จุด หลอมเหลว ของ สารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่าง ระหว่างจุดเดือดและจุด เยือกแข็งของสารละลาย กับสารบริสุทธิ์ได้ (K)	2						2	1
	2. บอกความหมายของ ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้น ของจุดเดือด (Kb) ได้ (P)				2			2	1
	3. คำนวณค่าคงที่ของการ เพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb)				2			2	1

	ได้ (P)								
12. สมบัติ บางประการ ของ สารละลาย (จุดเยือกแข็ง ของ สารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่าง ระหว่างจุดเดือดและจุด เยือกแข็งของสารละลาย กับสารบริสุทธิ์ได้ (K)		2					2	1
	2. บอกความหมายของ ค่าคงที่ของการลดลงของ จุดเยือกแข็ง (Kf) ได้				2			2	1
	3. คำนวณค่าคงที่ของการ ลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้(P)				2			2	1
รวม								66	40

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขผลจำนวน 5 ท่าน โดยจะพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า ข้อสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 65 ข้อ จาก 66 ข้อ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ 65 ข้อ

3.4 ผู้วิจัยได้ตัดข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม จำนวน 36 คน

3.5 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการทดลองใช้มาวิเคราะห์ไปหาค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก (B-Index) และวัดข้อสอบที่มีความพอเหมาะ 0.20 - 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลปรากฏว่าข้อสอบผ่านเกณฑ์จำนวน 47 ข้อ และผู้วิจัยคัดไว้ใช้ 40 ข้อ โดยมีค่าความยากตั้งแต่ 0.28 ถึง 0.72 และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.39

3.6 นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของโลเวท (Lovett Method) ได้ค่าเท่ากับ 0.94

3.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ วิธีการการประเมินความพึงพอใจ แล้วกำหนดประเด็นให้ สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

4.2 ลักษณะของเป็นมาตรวัดประเมินค่า (Rating Scale) แบบลิเคิร์ต (Likert Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ สร้างขึ้นจำนวน 14 ข้อ ต้องการจริง 12 ข้อ

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเดิมที่ได้ตรวจแบบวัดความสามารถในการเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์หาความตรงของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะแล้วพินิจหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยจะพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC โดยคัดตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า มีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 13 ข้อ ผู้วิจัยตัดไว้ใช้ 12 ข้อ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00

4.6 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลังทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) โดยกลุ่มทดลองที่ศึกษาเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัด นครพนม จำนวน 36 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2. ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อ รูปธรรม จำนวน 12 แผน ทำการสอนในชั่วโมงเรียนปกติ 18 ชั่วโมง

3. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบเดียวกับการทดสอบ ก่อนเรียน

4. ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็น ฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้การวิเคราะห์หา E_1/E_2
2. การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อรูปธรรม วิเคราะห์โดย dependent sample t-test
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม วิเคราะห์โดย dependent sample t-test
4. การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิเคราะห์โดย การหาค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์ (อพันธ์รี พูลพุทธา, 2565)

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ
4.50 - 5.00	หมายถึง มากที่สุด
3.50 - 4.49	หมายถึง มาก
2.50 - 3.49	หมายถึง ปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง น้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง น้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 หาความเที่ยงตรงของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563, หน้า 238)

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

เมื่อ

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

R หมายถึง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาความยากง่ายของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรคำนวณการหาความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบแบบอิงกลุ่ม ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563, หน้า 245)

$$P = \frac{H+L}{2N}, r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ

- p แทน ค่าความยากของข้อสอบ
- r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
- H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก
- L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก
- N แทน จำนวนคนทั้งหมดในหนึ่งกลุ่ม

1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรคำนวณการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากผลการสอบครั้งเดียว (B – Index หรือ Brennan Index) ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563, หน้า 249)

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

เมื่อ

- B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
- N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
- N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
- U แทน จำนวนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
- L แทน จำนวนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

พูน ปณ ทิโต ชีเว

1.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรคำนวณของโลเวท (Lovett Method) ดังนี้ (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563, หน้า 250)

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

เมื่อ

r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

K แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

C แทน คะแนนเกณฑ์เป้าหมายที่ต้องการ

1.5 การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม ด้วยสูตร E_1/E_2 (มนตรี วงษ์สะพาน, 2563, หน้า 241)

ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของคะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มระหว่างภาคเรียนทั้งหมด

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียน

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ค่าร้อยละ (Percentage) (ประสาท เนืองเฉลิม, 2567, หน้า 224)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ

P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นค่าร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ประสาท เนืองเฉลิม, 2567, หน้า 224)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

2.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) (ประสาท เนืองเฉลิม, 2567, หน้า 225)

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

เมื่อ

S.D แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนยกกำลัง

สอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

พหุ ประถมศึกษา

2.4 Dependent sample t-test (อพันตรี พูลพุทธา, 2565, หน้า 169)

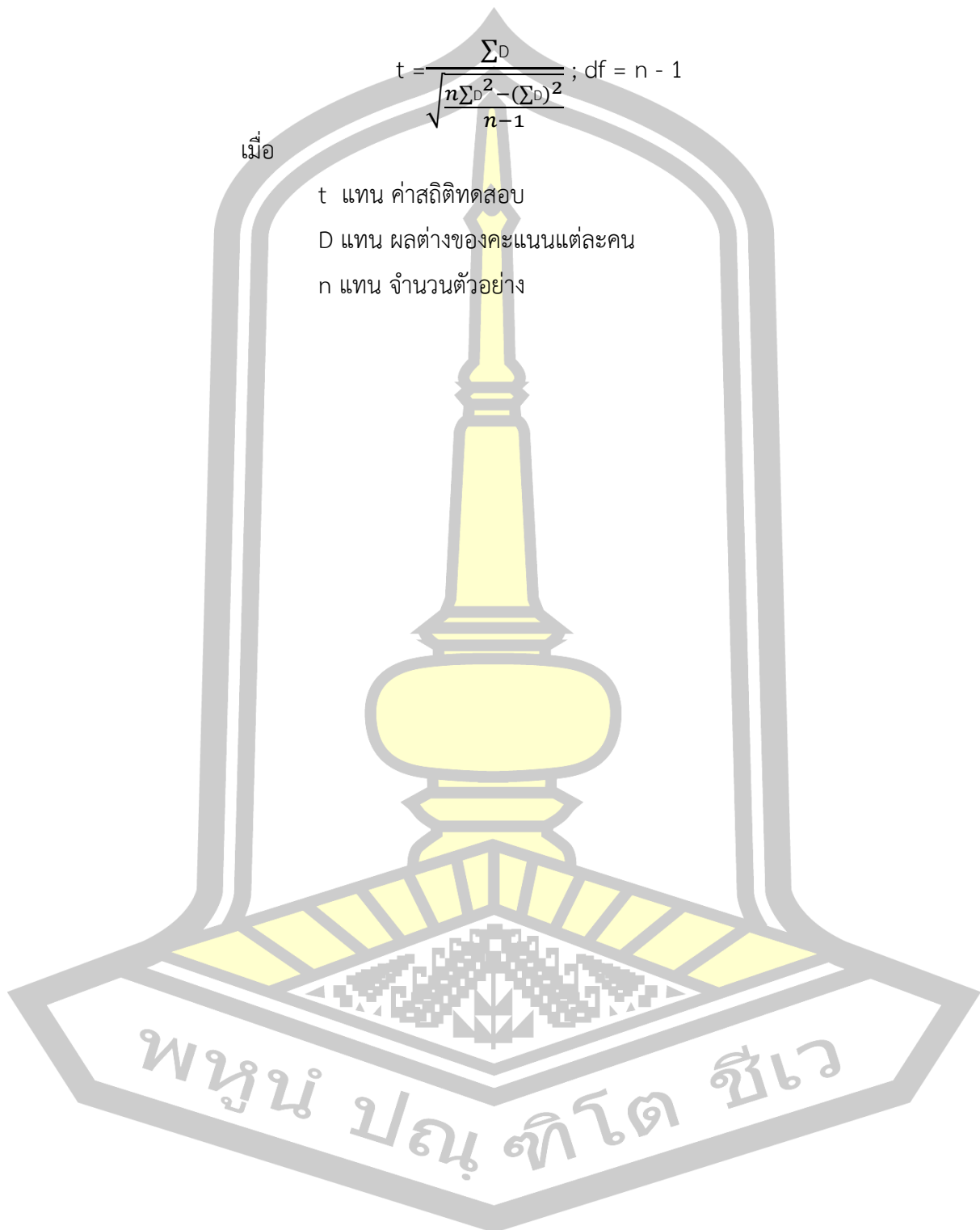
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; df = n - 1$$

เมื่อ

t แทน ค่าสถิติทดสอบ

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคน

n แทน จำนวนตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยและการอภิปรายผล ตามลำดับสาระสำคัญดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เข้าใจตรงกันดังนี้

E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่ แบบ Dependent sample t-test
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณค่า E_1 ได้จากคะแนนระหว่างเรียนและคำนวณค่า E_2 ได้จาก

คะแนนของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 คะแนนระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (276)	คะแนนผลลัพธ์ (75)		
		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (40)	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (35)	รวม (75)
1	205	30	26	56
2	229	34	29	63
3	230	37	32	69
4	210	31	25	56
5	218	33	26	59
6	204	34	26	60
7	206	31	25	56
8	216	33	27	60
9	209	31	25	56
10	206	29	25	54
11	200	29	26	55
12	202	29	27	56
13	203	30	24	54
14	208	29	25	54
15	209	30	25	55
16	206	30	28	58
17	210	30	27	57

คนที่	คะแนน ระหว่างเรียน (276)	คะแนนผลลัพธ์ (75)		
		ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (40)	ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ (35)	รวม (75)
18	212	29	27	56
19	205	29	26	55
20	212	34	29	63
21	212	30	27	57
22	202	30	25	55
23	205	29	24	53
24	204	30	23	53
25	205	30	28	58
26	208	32	27	59
27	204	30	26	56
28	220	30	24	54
29	203	30	26	56
30	211	35	31	66
31	209	30	27	57
32	204	31	26	57
33	211	30	26	56
34	202	30	26	56
35	210	30	25	55
36	211	31	25	56
รวม	7521	1110	946	2056

คนที่	คะแนน ระหว่างเรียน (276)	คะแนนผลลัพธ์ (75)		
		ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (40)	ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ (35)	รวม (75)
\bar{x}	208.92	30.83	26.28	57.11
S.D.	6.82	1.93	1.86	3.48
ร้อยละ	75.69	77.08	75.08	76.15

จากตาราง 5 พบว่า คะแนนที่ได้จากระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 208.92 จากคะแนนเต็ม 276 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.69 ของคะแนนเต็ม และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.11 จากคะแนนเต็ม 75 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.15 ของคะแนนเต็ม

ตาราง 6 ผลของประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	ร้อยละของคะแนนเต็ม
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	276	208.92	6.82	75.69
คะแนนผลลัพธ์ (E_2)	75	57.11	3.48	76.15
ประสิทธิภาพ = 75.69/76.15				

จากตาราง 6 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 75.69/76.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	36	35	14.22	3.36	25.13*	.000
หลังเรียน	36	35	26.28	1.86		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	36	40	17.56	4.40	16.41*	.000
หลังเรียน	36	40	30.83	1.94		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

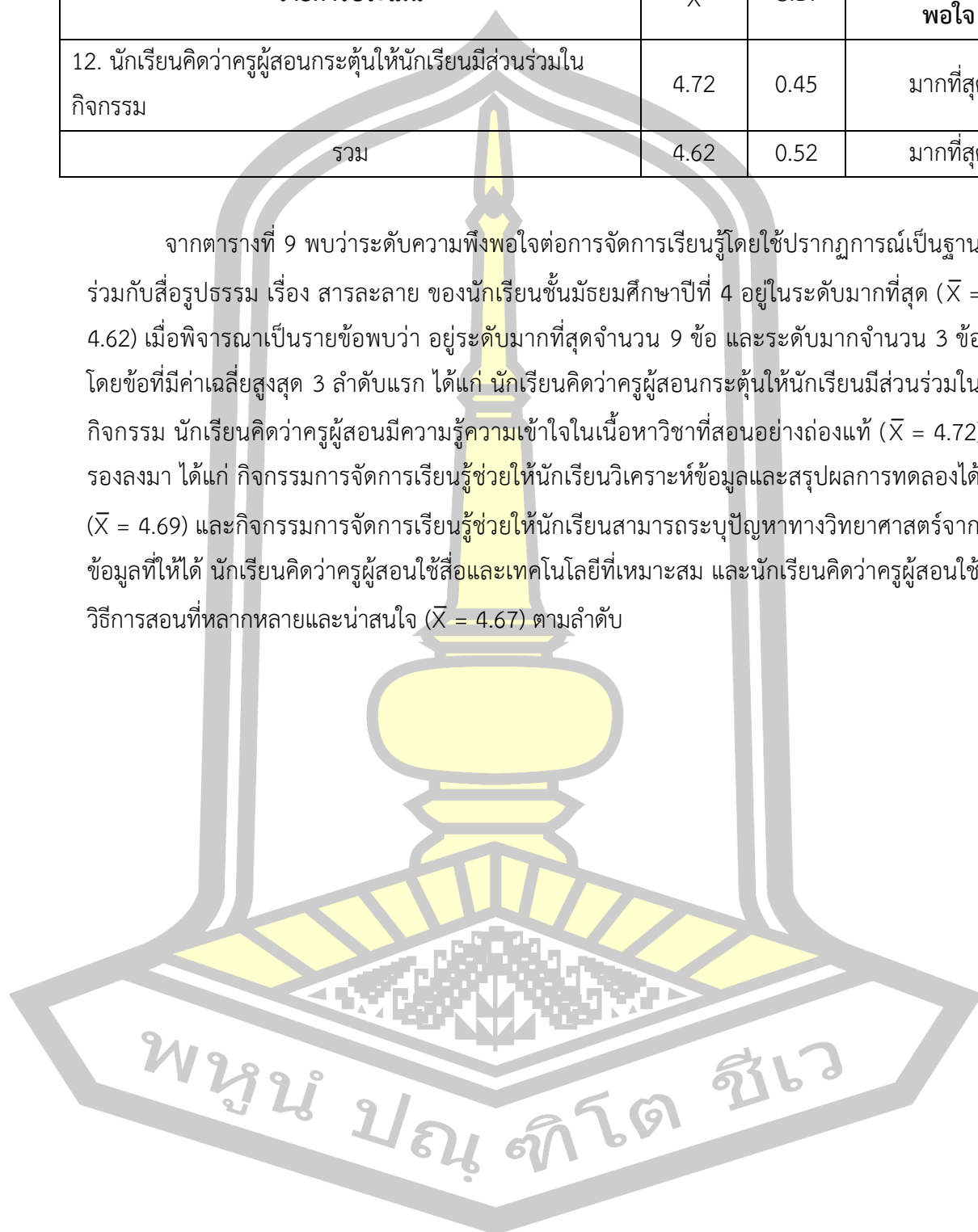
จากตาราง 8 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลที่ให้ได้	4.67	0.48	มากที่สุด
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้	4.64	0.49	มากที่สุด
3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองได้	4.69	0.47	มากที่สุด
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น	4.61	0.49	มากที่สุด
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.47	60	มาก
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.44	0.53	มาก
7. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้	4.47	0.49	มาก
8. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.61	0.49	มากที่สุด
9. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม	4.67	0.48	มากที่สุด
10. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างถ่องแท้	4.72	0.45	มากที่สุด
11. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ	4.67	0.48	มากที่สุด

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
12. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.72	0.45	มากที่สุด
รวม	4.62	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 9 พบว่าระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อยู่ระดับมากที่สุดจำนวน 9 ข้อ และระดับมากจำนวน 3 ข้อ โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างถ่องแท้ ($\bar{X} = 4.72$) รองลงมา ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองได้ ($\bar{X} = 4.69$) และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลที่ให้ได้ นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม และนักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ ($\bar{X} = 4.67$) ตามลำดับ



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ผู้วิจัยได้เสนอผลการคิดวิเคราะห์ตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. สรุปผล
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อแบบจำลอง มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อแบบจำลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สรุปผล

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75.69/76.15 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรมในระดับ มากที่สุด

อภิปรายผล

ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม อภิปรายได้ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีประสิทธิภาพ 75.69/76.15 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75 หมายความว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมดที่เก็บรวบรวมระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม จากคะแนนระหว่างเรียน ทั้ง 12 แผนการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 75.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 76.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การที่ผลปรากฏเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ช่วยทำให้นักเรียนได้มองเห็นภาพเกี่ยวกับสาระสายที่เป็นนามธรรมจากสื่อรูปธรรมและการใช้ปรากฏการณ์ที่อยู่รอบๆตัวมาเป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยนี้ยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรพรรณ บุตรกตัญญู (2561) โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานนั้นเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการเรียนรู้และการสังเกตมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนามุมมองแบบองค์รวมของผู้เรียนและมีส่วนร่วมกับโลกแห่งความเป็นจริงแนวทางนี้มุ่งเน้นไปที่การสำรวจปรากฏการณ์ทำให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบและเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างกันของวิชาและสาขาวิชาต่างๆ และตามที่ Sjöström, J., & Eilks, I. (2018) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานช่วยสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและทฤษฎีที่มีความเชื่อถือได้ เนื่องจากมีการเชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เช่น การศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสังคม หรือการทดลองที่สามารถทำได้ในระบบการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานยังช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้เชิงบวก ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความแปลกใหม่ นักเรียนมีอิสระในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกิดความสนุกสนาน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน และนักเรียนให้ความร่วมมือและกระตือรือร้นในการเรียน สามารถประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายระดับการศึกษาตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับอุดมศึกษา ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ เพราะเป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ทั้งนี้การ

จัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานก็เป็นอีกหนึ่งนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจเพราะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สืบค้นค้นคว้า วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูลได้

2. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อรูปธรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นผลมาจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและใช้ปรากฏการณ์รอบตัวที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ที่พบเห็นกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับจากงานวิจัยของ Leah J. และ คณะ (2024) ได้พัฒนาความการให้เหตุผลเชิงสาเหตุด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในรายวิชาเคมีเบื้องต้น ทำการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางเคมีผ่านการให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุ สืบค้นค้นคว้า เหตุการณ์ที่สังเกตได้สามารถนำไปสู่การให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุซึ่งมีความสำคัญต่อคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร โดยใช้ปรากฏการณ์การละลายและจุดเดือดเป็นตัวอย่งในการศึกษา ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีส่วนร่วมในการให้เหตุผลเชิงกลเชิงสาเหตุในระดับที่สูงขึ้นเมื่อการสอนสร้างแบบจำลองการให้เหตุผลประเภทนี้ และจะเห็นได้ว่า งานวิจัยดังกล่าวที่มีการพัฒนาการให้เหตุผลที่ใช้ในการอธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ผลที่ได้คือทำให้การให้เหตุผลสูงขึ้น และจากงานวิจัยของ Jenny C. Cano (2023) ได้ศึกษาการเรียนรู้ตามวิถีโอปรากฏการณ์ต่อการรับรู้ความสามารถตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน Calculus 2 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และลินดา เขจรแห (2564) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกันและนักเรียนที่เรียนโดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์มีคะแนนการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์ร่วมกับสื่อรูปธรรม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอาจจะเนื่องมาจากนักเรียนที่มี

การฝึกฝนและปฏิบัติลงมือทำด้วยตนเอง จนเข้าใจกระบวนการและขั้นตอนการเตรียมสารละลาย และยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัดพร จุ้ยสวัสดิ์ (2564) ได้ทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lukman Nulhakim (2022) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์การสอนผ่านแนวทางทางวิทยาศาสตร์เพื่อปรับปรุงทักษะการสื่อสารของนักเรียน พบว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามการสอนอย่างสม่ำเสมอส่งผลให้คะแนน MCS สูงขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีการเรียนรู้ทั่วไป ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการเรียนรู้ตามปรากฏการณ์การสอนผ่านแนวทางวิทยาศาสตร์ในการเพิ่มทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความมั่นใจในตนเองของนักเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน ร่วมกับสื่อรูปธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.62 โดยนักเรียนจำนวน 36 ได้ทำแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้หลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก อาจมีผลมาจากนักเรียนมีความใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้และใช้ปรากฏการณ์ที่ใกล้ตัว หรืออาจจะสามารถสังเกตได้จากแบบจำลองที่นำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วารินทร์พร พันเฟื่องฟู (2567) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานตามรูปแบบ READS ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาทักษะการพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพ ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ซึ่งมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

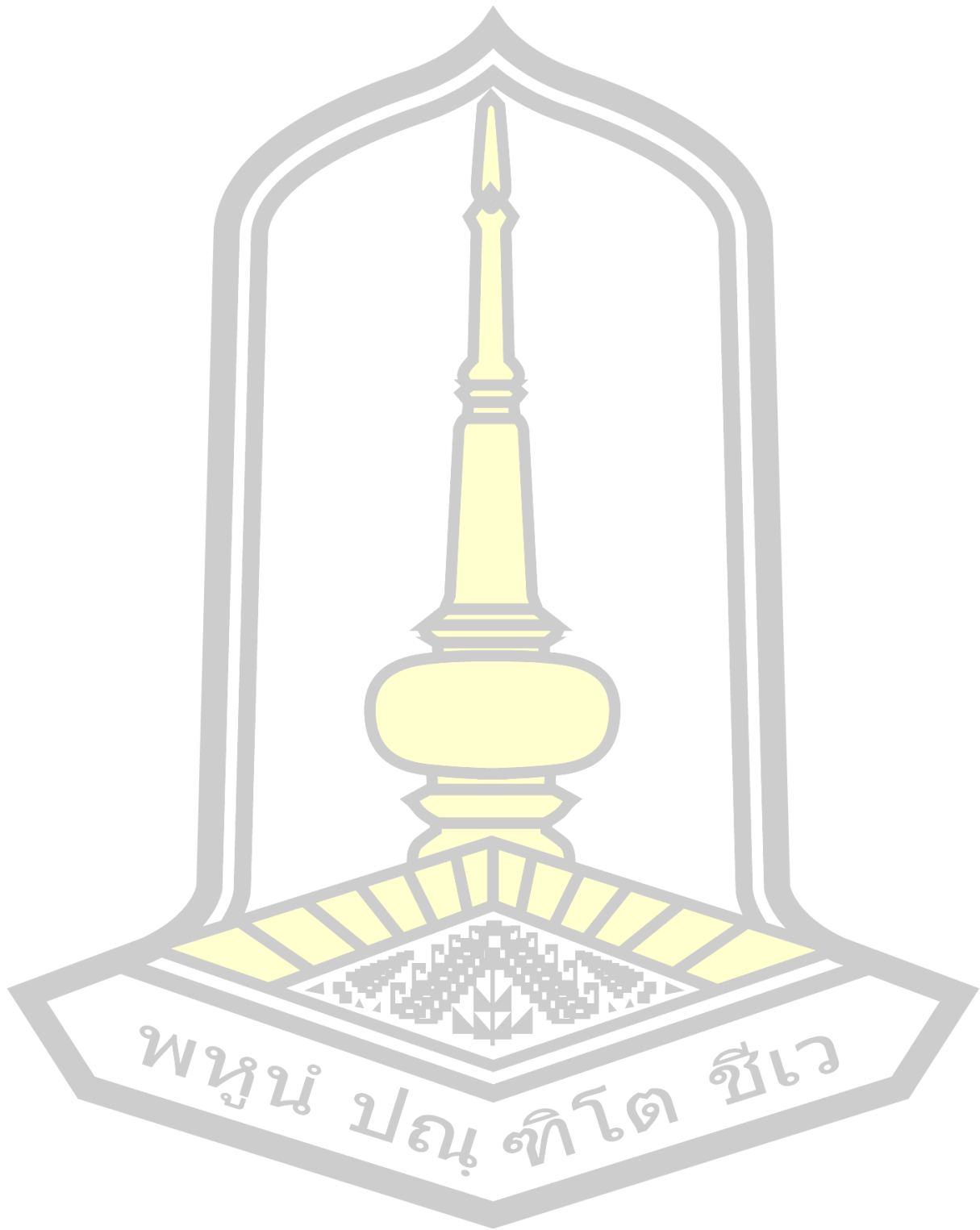
1. ในการจัดกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือ ครูจึงต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีความส่วนร่วมกัน แบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบ ให้ทุกคนในกลุ่มมีหน้าที่
2. ระยะเวลาในการทำกิจกรรม ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นระยะเวลาให้สอดคล้องกับบริบทนักเรียน
3. การวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ (ทำแผนการจัดการเรียนรู้) ประเมินจากกิจกรรมกลุ่ม เนื่องจากระยะเวลาไม่พอในช่วง 1 ถึง 2 ชั่วโมง เนื่องจากมีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย ดังนั้น ในการทดลองครั้งต่อไปจึงควรทำแบบทดสอบวัดเป็นรายบุคคล

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อ
รูปธรรม ทำให้นักเรียนมีทักษะในการอธิบายได้ดีขึ้น เนื่องจากมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จึงทำ
ให้นักเรียนจะต้องมีการฝึกการอธิบายร่วมด้วย และยังสามารถเชื่อมโยงไปยังทักษะอื่นได้อีกด้วย เช่น
ทักษะในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น และทักษะการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้



บรรณานุกรม



- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กลวดี คำโอะ. (2562). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2554). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2561). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาครูในศตวรรษที่ 21*.
http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_KM/36833_km-05082562.pdf
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). *แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัยประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จีระวรรณ เกษสิงห์. (2562). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ : วิธีปฏิบัติสู่การพัฒนาตนเอง*. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- จุฑามาศ กันทะวัง. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานวิชาชีววิทยา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนัญธิดา สุริโย. (2562). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). *การวิจัยหลักสูตรและการสอน* พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชวาล แพรัตกุล. (2556). *เทคนิคการวัดผล*. สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์*. 5(1), 7-20.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2559). *การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. วารสาร*

ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 18(3), 34-49.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2560). การพัฒนารูปแบบการนิเทศการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 19(3), 34-49.

ชุติกานต์ เอี้ยวเล็ก และ อรทัย อนุรักษวัฒน์. (2565). ผลการจัดประสบการณ์การเรียนการสอนโดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 20(1), 257-273.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2553). เทคโนโลยีการศึกษา: ทฤษฎีและการวิจัย. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ทัณฑธร จุ้ยสวัสดิ์. (2564). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทิตนา แชมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 12). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญพร ศรีวิชัย. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีพื้นฐาน เรื่องปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์.

นิติธร ปิลวาสน์. (2556). การพัฒนาสื่อรูปธรรมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 15(2), 58-66.

เนตร์พัฒนา ยาวีราช. (2560). การจัดการสมัยใหม่. (พิมพ์ครั้งที่ 11). สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล กรุ๊ป.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2553). นวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). เจริญวิทย์การพิมพ์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 10). สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2567). วิจัยการเรียนการสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 7). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศธร มหาวิจิตร. (2560). นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์. นิตยสาร สสวท., 45(209), 40-45.

พัฒนา พรหมณี และคณะ. (2563). แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ และการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ในงาน. วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.). 26(1), 59-66. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/apheit-ss/article/download/241557/164592/839615>.

ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. บทความสาระวิชาการ.

<http://priroj.orgfree.com/pdf30/10การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.pdf>.

ไพศาล หวังพานิช. (2553). *การประเมินผลการเรียน*. รุ่งเรืองการพิมพ์.

เพาชียะห์ ดือแระ. (2558). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

เฟื่องลัดดา จิตจักร, อธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, และ อรุมา เจริญสุข. (2558). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปฏิกริยาเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *การประชุมและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ*, 6(3), 356-366.

มนตรี วงษ์สะพาน. (2563). *พื้นฐานการวิจัยทางหลักสูตรและการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ตักสิลาการพิมพ์.

ลฎาภา สุทธกุล และ ลือชา ลดาชาติ. (2556). การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 21(3), 107 - 123.

ลินดา เขจรแห. (2564). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และแบบปกติ*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

วรรณละออ ดังสุข. (2565). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา.

วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2557). *สื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้*. สกายบุ๊กส์.

วารินทร์พร ฟันเฟื่องฟู (2567). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานตามรูปแบบ READS ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาทักษะการพัฒนาพฤติกรรมสุขภาพ ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1. *วารสารนิสิตวัง*, 26(1), 87 - 94.

วาสนา ทวีกุลทรัพย์. (2555). การพัฒนาสื่อรูปแบบผสมผสานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบองค์รวม. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 6(2), 152-163.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2565). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET) ม.6 ปีการศึกษา 2565*.

<https://www.niets.or.th/th/content/view/25620>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2564). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2022*.

https://opendata.ipst.ac.th/dataset/a26d4c63-ca79-4c52-89d3-49ee0320db59/resource/c68d2939-7317-45a6-b0d8-61db40f2a765/download/pisa_11_02-06.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018*.

<http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports>

สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมภาร พรหมทา. (2551). *คิดอย่างไรให้มีเหตุผล*. ศยาม.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *รายงานการอบรมโครงการอบรมและสัมมนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ณ University of Helsinki ประเทศฟินแลนด์*. เฮลซิงกิ.

<https://online.anyflip.com/iqojn/ghmb/mobile/>

สุชานันท์ วรวัฒนานนท์. (2565). *การจัดการเรียนรู้แบบปรากฏการณ์เป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา เรื่องปรากฏการณ์ของโลกและภัยธรรมชาติของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2551). การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 14(3), 395-409.

สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุเบศ ทัศนียม. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน*. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

อพันธ์ พูลพุดธา. (2565). *การวิจัยทางการศึกษา*. ตักสิลาการพิมพ์, มหาสารคาม.

อรพรรณ บุตรกตัญญู. (2561). การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานเพื่อการสร้างมุมมองแบบองค์รวมและการเข้าถึงโลกแห่งความจริงของผู้เรียน. *วารสารครุศาสตร์*, 46(2), 348-365.

อักษรารุท กันทาป๋อง. (2016). การศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ตรง ภาษา ภาพและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ ในการสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *KKU Res J HS (GS)*. 4 (3), 49-58.

ไอย์ลดา สมภาร และ คณะ. (2565). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาทางชีววิทยา. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58.

https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_EDU/search_detail/result/408780%0A%0A%0A

Adadan, E. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(2), 219-238. <https://doi.org/10.1039/C4RP00002A>

Bloom, B.S. (1956) Taxonomy of Educational Objectives, Handbook: The Cognitive Domain. David McKay, New York.

Chia-Wen Tsai. (2023). *Applying web-mediated co-curricular learning and phenomenon-based learning to improve students' programming skills and self-efficacy in an online programming course*. The Information Society, 2023 22:555–568. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00860-w>.

Coll, R. K., Jansoon, N., Dahsah, C. and Chairam, S. (2010a). *Fostering teacher innovation in chemistry teaching in Thailand: Helping Thai science teachers move towards a learner-centred student classroom*. In M. V. Zuljan and J. Vogrinc (Eds.), *Facilitating effective student learning through teacher research and innovation*. Ljubljana, Slovenia: Faculty of Education, University of Ljubljana, 193-223.

Coll, R. K., Dahsah, C., Jansoon, N., and Chairam, S. (2010b). *Fostering active chemistry learning in Thailand: Toward a learner-centered student experiences*. In I. Devetak, & S. A. Glazar (Eds.), *Learning with Understanding in the Chemistry Classroom*. Springer: Dordrecht, 305-344. DOI: 10.1007/978-94-007-4366-3_16

Daehler, K., & Folsom, J. (2016). *Making Sense of Science: Phenomenon-based learning*. <http://www.wested.org/mss>.

Davis, M.A. (2009). Understanding the Relationship between Mood and Creativity: A

Meta-Analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 108, 25-38.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.obhdp.2008.04.001>

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312

Fanetti, T. M. (2011). *The effect of problem-solving video games on the science reasoning skills of college students*. USA: University of Missouri-Saint Louis.

Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109.

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

Jenny C. Cano, Laila S. Lomibao. (2023). A Mixed Methods Study of the Influence of Phenomenon-based Learning Videos on Students' Mathematics Self-efficacy, Problem-solving and Reasoning Skills, and Mathematics Achievement. *American Journal of Educational Research*. 11(3), 97-115. <https://pubs.sciepub.com/education/11/3/2>.

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>

Keller, J. M. (2010). Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach. *Springer Science & Business Media*. https://books.google.co.th/books?id=HRCQLZzMwhsC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education*. Springer Netherlands. 121-145. https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_8

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

<https://doi.org/10.1002/sce.3730770306>

Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education*, 94(2), 356– 362.

<https://doi.org/10.1002/sce.20357>

Leah J Scharlott, Dalton W Rippey, Vanessa Rosa, Nicole M Becker. (2024).

Progression toward causal mechanistic reasoning through phenomenon-based learning in introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, 3(101).

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.3c00517>

Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell and R. S. Schwartz. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED472901.pdf>

Lukman Nulhakim, L., Anriani, N. N., & Hidayat, S. S. (2022). Didactic phenomenon-based learning through scientific approach to improve students' communication skills. *Gagasan Pendidikan Indonesia*. 3(2),107-120.

<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/GAGASAN/article/download/18186/10111>

Mayer, R. E., Dow, G. T., & Mayer, S. (2003). *Multimedia Learning in an Interactive Self-Explaining Environment: What Works in the Design of Agent-Based Microworlds?*. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 806–812. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.806>

McNeill KL, Krajcik J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *J Res Sci Teach*. 45(1), 53-78.

https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/57509/20201_ftp.pdf?sequence=1&isAllowed=y

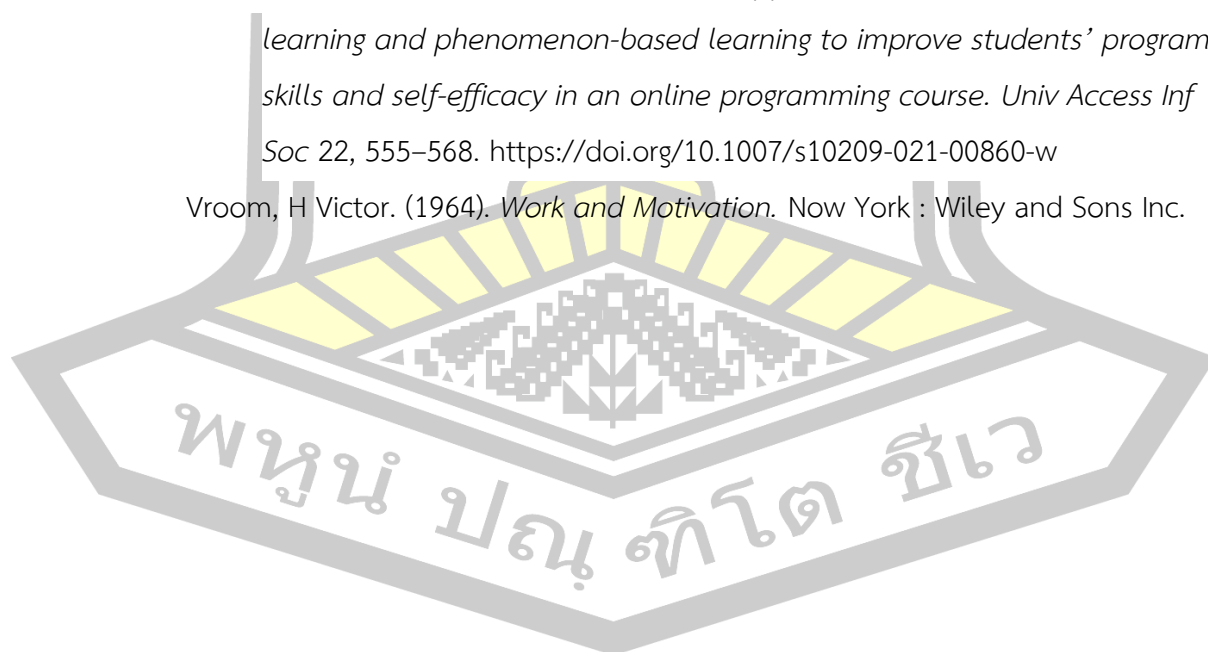
Mercier, H., & Sperber, D. (2011). *Why do humans reason? Arguments for an argumentative theory*. *Behavioral and Brain Sciences*, 34(2), 57–74.

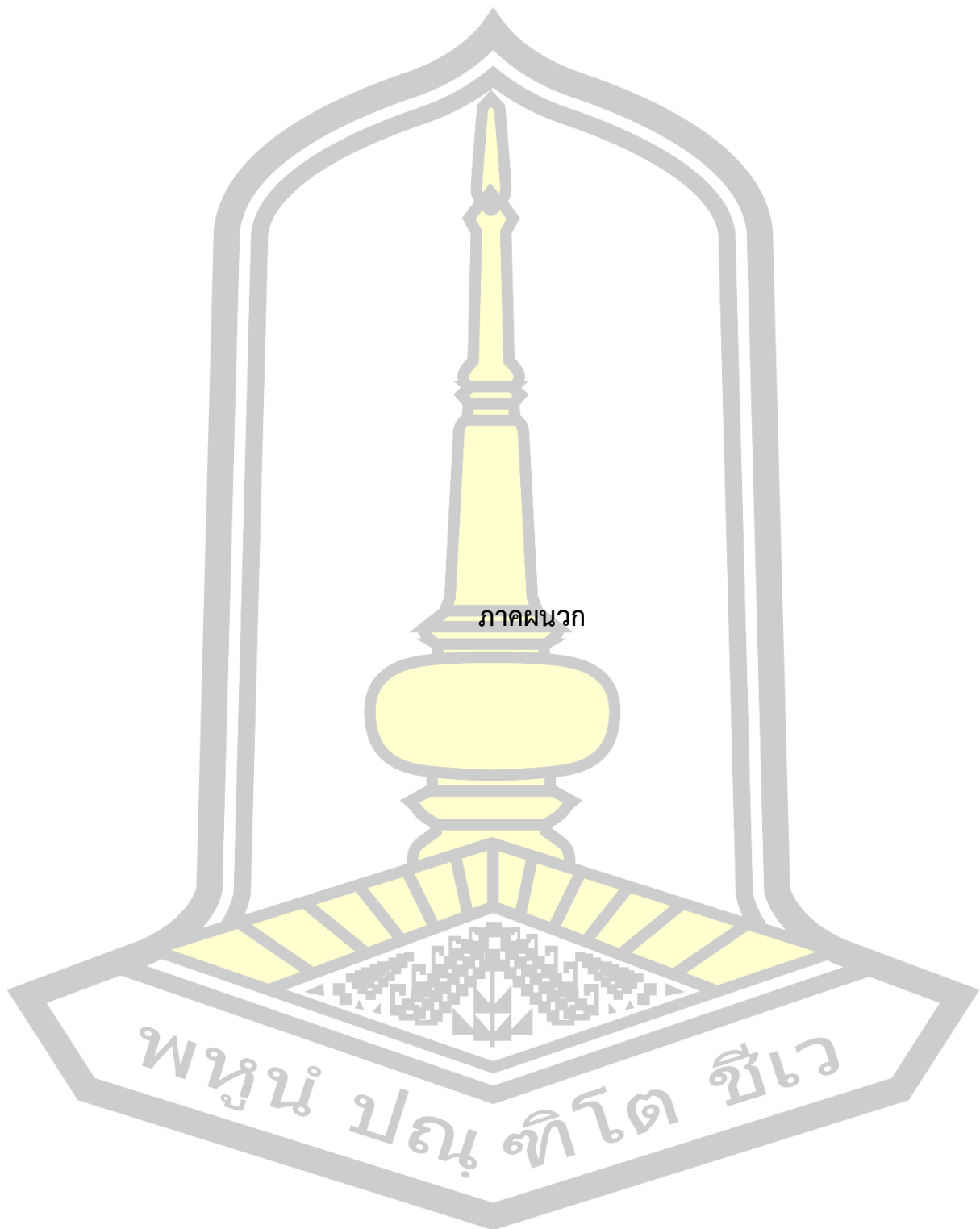
<https://doi.org/10.1017/S0140525X10000968>

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.

<https://doi.org/10.1002/tea.20035>

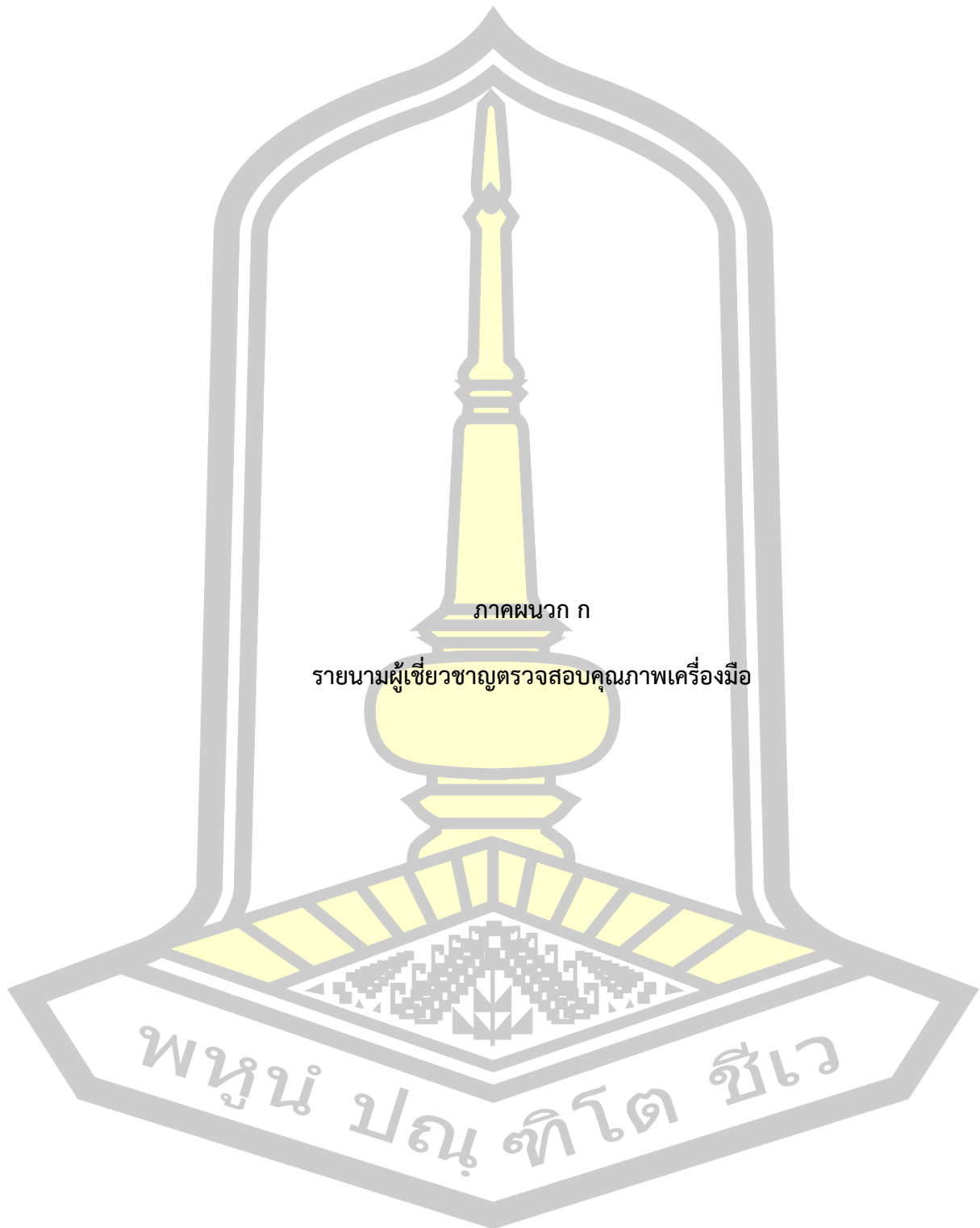
- Sani, A. A. (2020). Phenomenon based-learning for Nigerian higher institutions: A new curriculum approach to meet the challenges of the 21st century. *JOURNAL OF SCIENCE TECHNOLOGY AND EDUCATION*. 8(1), 1-10.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=1R1EVFwAAAAJ&citation_for_view=1R1EVFwAAAAJ:Zph67rFs4hoC
- Silander, P. (2015). *Phenomenal Education: How Finland is leading the way in educational reform*. <https://hundred.org/en/articles/phenomenal-education-how-finland-is-leading-the-way-in-educational-reform>.
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Phenomenon-based Learning in Science Education: A Review of Research. *Nordic Studies in Science Education*, 14(1), 47-61.
- Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of Educational Psychology*, 85(4), 571-581. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.4.571>
- Stromborg, M.F. (1984). Selecting an instrument to measure quality of life. *Oncology Nursing Forum*, 11(5), 88-91.
- Tsai, CW., Lee, LY., Tang, HW. *et al.* (2023). *Applying web-mediated co-curricular learning and phenomenon-based learning to improve students' programming skills and self-efficacy in an online programming course*. *Univ Access Inf Soc* 22, 555–568. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00860-w>
- Vroom, H Victor. (1964). *Work and Motivation*. Now York : Wiley and Sons Inc.





ภาคผนวก

พหุ ประยูร จิต วิทยา



ภาคผนวก ก

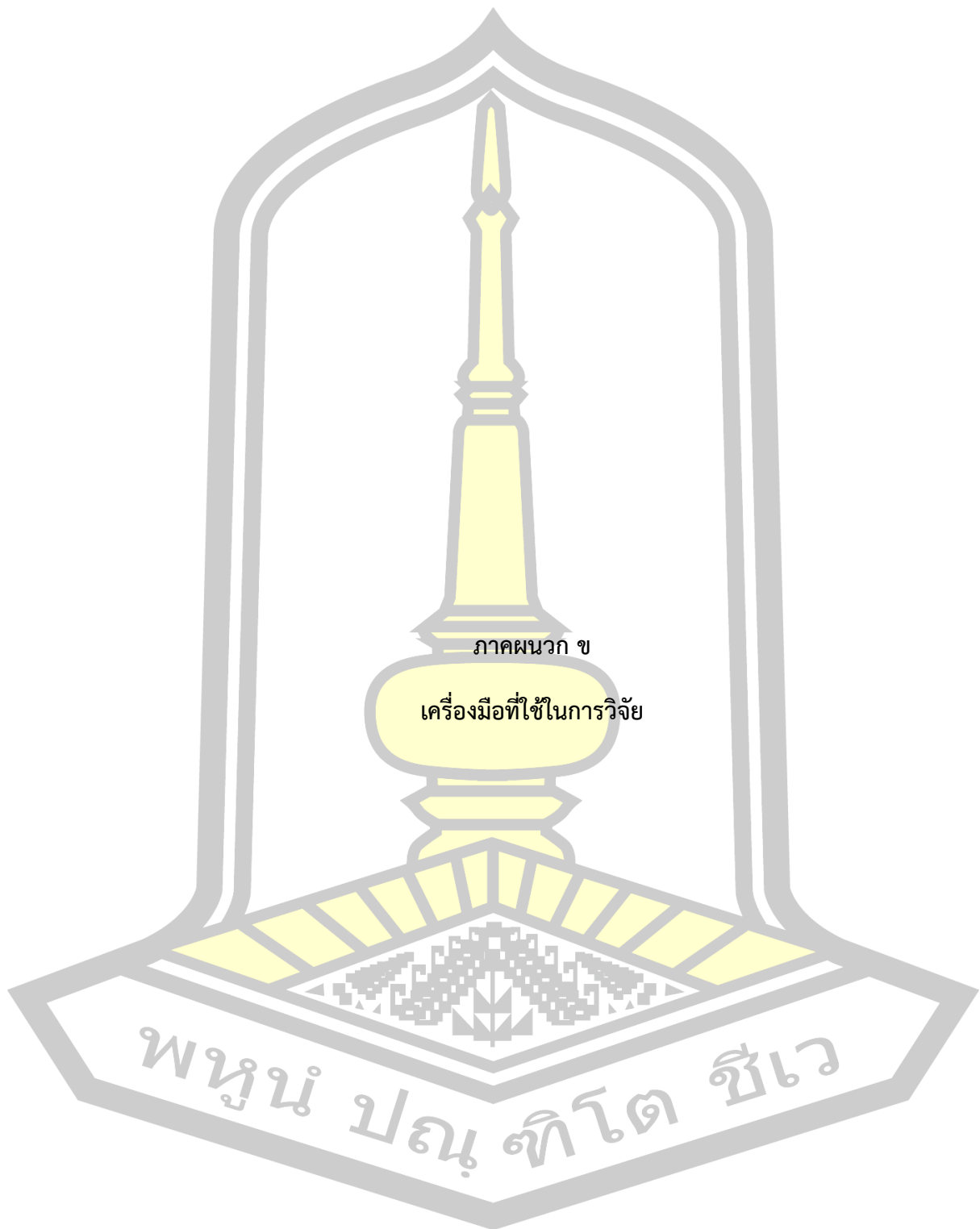
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

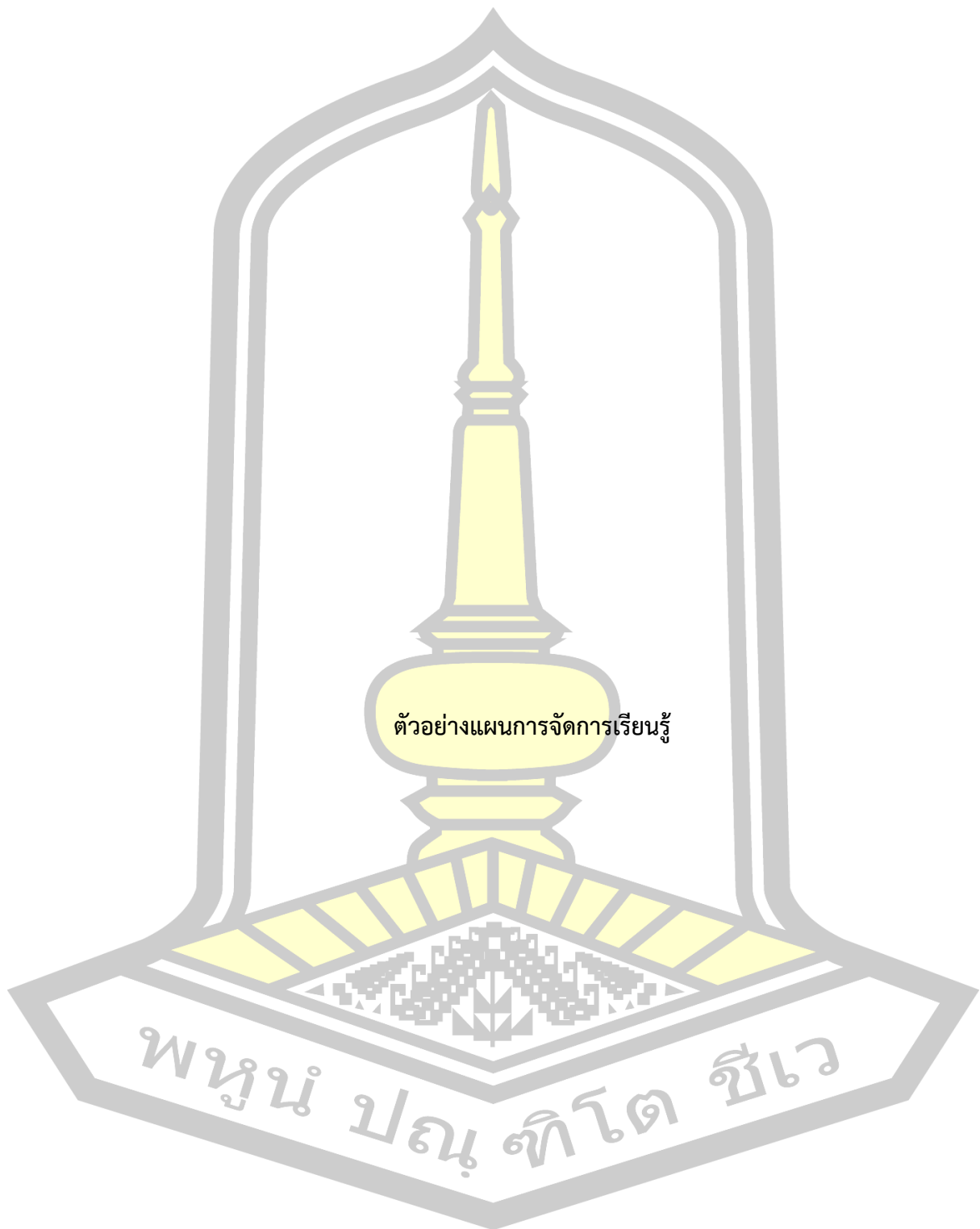
พหุบัณฑิตวิทยาลัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ต. ดร.อรัญ ชูยกระเดื่อง คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กนกอร คำผุย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
3. นางสาวพชรวรรณ มีหนองหว่า ครูสอนในรายวิชาเคมี ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
4. นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ ครูสอนในรายวิชาเคมี ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
5. นางชนรินทร์ ศรีหาเศษ ครูสอนในรายวิชาเคมี ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา







ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 2 รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว30222

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สารละลาย เวลา 18 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ เวลา 1 ชั่วโมง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ครูผู้สอน นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี 3. เข้าใจหลักการทำให้บริสุทธิ์ การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

ผลการเรียนรู้

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)
2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)
3. รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

สาระสำคัญ

สารที่พบในชีวิตประจำวันจำนวนมากอยู่ในรูปของสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวทำละลายและตัว ละลาย การบอกปริมาณของสารในสารละลายบอกเป็นความเข้มข้นในหน่วยต่าง ๆ เช่น ร้อยละ ส่วนในล้าน ส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตีโมแลลิตีและเศษส่วนโมล

สาระการเรียนรู้

ร้อยละของสารละลายสามารถนำมาเป็นสูตร สำหรับการคำนวณได้ดังนี้

$$\% \text{ โดยมวล} = (\text{มวลของตัวละลาย/มวลสารละลาย}) \times 100$$

$$\% \text{ โดยปริมาตร} = (\text{ปริมาตรของตัวละลาย/ปริมาตรสารละลาย}) \times 100$$

$$\% \text{ โดยมวล/ปริมาตร} = (\text{มวลของตัวละลาย/ปริมาตรสารละลาย}) \times 100$$

กิจกรรมการเรียนรู้ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม (Phenomenon-base learning with Concrete Model)

ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์ (10 นาที)

1. ครูทบทวนการเตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร
2. ครูนำน้ำผลไม้เข้มข้นที่แสดงถึงอัตราส่วนขององค์ประกอบเป็นร้อยละขององค์ประกอบต่าง ๆ มาแสดงหน้าชั้นเรียน



3. ครูทำการผสมน้ำผลไม้เข้มข้นกับน้ำเปล่าในอัตราส่วน 5:15 และ 15:5 ให้นักเรียนสังเกต
4. ให้นักเรียนสังเกตสีและความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงไป

ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา (5 นาที)

1. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิด
 - "ทำไมน้ำผลไม้จึงมีรสชาติและสีที่แตกต่างกัน?"
 - "เราจะทราบได้อย่างไรว่าน้ำผลไม้มีความเข้มข้นเท่าไร?"
 - "ถ้าต้องการทำน้ำผลไม้ให้มีความเข้มข้น 5% 10% 25% 50% และ 75% จะต้องผสมในอัตราส่วนอย่างไร?"

“ครูเตรียมความเข้มข้นดังนี้”

- ความเข้มข้น 5%: ต้องใช้น้ำผลไม้ 2.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำเปล่า 47.5 มิลลิลิตร
น้ำผลไม้:น้ำ=2.5:47.5 mL
- ความเข้มข้น 10%: ต้องใช้น้ำผลไม้ 5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำเปล่า 45 มิลลิลิตร
น้ำผลไม้:น้ำ=5:45 mL
- ความเข้มข้น 25%: ต้องใช้น้ำผลไม้ 12.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำเปล่า 37.5 มิลลิลิตร
น้ำผลไม้:น้ำ=12.5:37.5 mL

- ความเข้มข้น 50%: ต้องใช้น้ำผลไม้ 25 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำเปล่า 25 มิลลิลิตร

$$\text{น้ำผลไม้:น้ำ}=25:25$$

- ความเข้มข้น 75%: ต้องใช้น้ำผลไม้ 37.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำเปล่า 12.5 มิลลิลิตร

$$\text{น้ำผลไม้:น้ำ}=37.5:12.5$$

2. ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและตั้งสมมติฐาน

ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ (30 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม 5 กลุ่ม กลุ่มละ 7-8 คน
2. ตัวแทนกลุ่มรับแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของน้ำผลไม้ อุปกรณ์การทดลอง
 1. น้ำส้มเข้มข้น 100%
 2. น้ำเปล่า
 3. กระบอกตวง
 4. ปีกเกอร์
 5. แท่งแก้วคนสาร
 6. เครื่องชั่งสาร
3. ครูอธิบายขั้นตอนและจุดประสงค์การทดลองและให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอน

ดังนี้

1. ผสมน้ำผลไม้เข้มข้นกับน้ำเปล่าในอัตราส่วนต่างๆ

2. คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตรจากสูตร

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร} = (\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย} \div \text{ปริมาตรของสารละลาย}) \times 100$$

3. บันทึกผลการทดลอง

4. ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองและการคำนวณ กลุ่มละ 3 นาที

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ (15 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสูตรการคำนวณความเข้มข้นร้อยละ

$$\text{- ร้อยละโดยมวล} = (\text{มวลของตัวถูกละลาย} \div \text{มวลของสารละลาย}) \times 100$$

$$\text{- ร้อยละโดยปริมาตร} = (\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย} \div \text{ปริมาตรของสารละลาย}) \times 100$$

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

3. เชื่อมโยงความรู้กับการใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การผสมน้ำยาทำความสะอาด น้ำยาล้าง

จาน

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนเคมี ม.4 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สารละลาย
- 2) แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของน้ำผลไม้
- 3) แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ
- 4) PowerPoint เรื่อง สารละลาย
- 5) อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม
 1. น้ำส้มเข้มข้น 100%
 2. น้ำเปล่า
 3. กระจกตวง
 4. ปีกเกอร์
 5. แท่งแก้วคนสาร
 6. เครื่องชั่งสาร

การวัดและการประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์ในการประเมินผล
ด้านความรู้ (Knowledge) - อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	- นักเรียนทำแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	- ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 70 % ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process) - คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	- นักเรียนทำแบบฝึกหัด - นักเรียนทำแบบบันทึกกิจกรรม	- แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ - แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของน้ำผลไม้	- ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 70 % ขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 70 % ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (Attitude)			

- รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	- นักเรียนมีพฤติกรรมดังกล่าวผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับดีขึ้นไป
ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	- นักเรียนทำแบบบันทึกกิจกรรม	- แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของน้ำผลไม้	- ผ่านเกณฑ์อย่างน้อย 70 % ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....



บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ รายวิชา..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่

1. ผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน

2. ผลการปฏิบัติกิจกรรม

3. บรรยากาศในการเรียนรู้

4. การพัฒนาเจตคติในการเรียนรู้

5. ปัญหา / อุปสรรค

6. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

ตำแหน่ง



แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของน้ำผลไม้

วันที่

สมาชิก

1. ชั้น เลขที่
2. ชั้น เลขที่
3. ชั้น เลขที่
4. ชั้น เลขที่
5. ชั้น เลขที่
6. ชั้น เลขที่
7. ชั้น เลขที่
8. ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำส้มในหน่วยอัตราส่วนต่างๆ และคำนวณหาความเข้มข้นร้อยละโดยมวล

สมมติฐาน

อุปกรณ์

1. น้ำส้มเข้มข้น 100% %
2. น้ำเปล่า 50 mL
3. กระบอกตวง 1 อัน
4. ปีกเกอร์ 1 อัน
5. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
6. เครื่องชั่งสาร

ขั้นตอนการทดลอง

1. คำนวณความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรเพื่อหาอัตราส่วนน้ำส้มต่อน้ำเปล่า

$$\text{จากสูตรร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (mL)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL)}} \times 100\%$$

เช่น ต้องการน้ำส้มที่มีความเข้มข้น 5% ในสารละลาย 50 mL จะต้องใช้น้ำส้ม เท่าใดและใช้น้ำใด

แทนค่า

$$5 (\%v/v) = \frac{X(mL)}{50 (mL)} \times 100\%$$

$$X = \frac{5(\%) \times 50(mL)}{100\%}$$

$$X = 2.5 \text{ mL}$$

ดังนั้น ต้องใช้น้ำส้มเข้มข้น 100% 2.5mL และน้ำเปล่า (50-2.5=47.5mL) 47.5mL

2. ผสมน้ำส้มที่ได้รับในปริมาณต่างๆในหน่วยมิลลิลิตรลงในปิកเกอร์
3. สังเกตสีเทียบกับกลุ่มอื่นๆ
4. สรุปผลการทดลองโดยเรียงลำดับสีจากจางไปเข้มพร้อมกับระบุ % และอัตราส่วนของ

น้ำส้มต่อน้ำเปล่าลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางแสดงผลการทดลอง

ร้อยละโดย ปริมาตร (%v/v)	ปริมาณน้ำส้ม (มิลลิลิตร)	ปริมาณน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาตร สารละลาย (มิลลิลิตร)	ลำดับความ เข้มสี
5				
10				
25				
50				
75				

**หมายเหตุ 1 คือ จางมาก 5 คือ เข้มมาก

Flow chart (ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย)

การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตร (%v/v)

.....

.....

.....

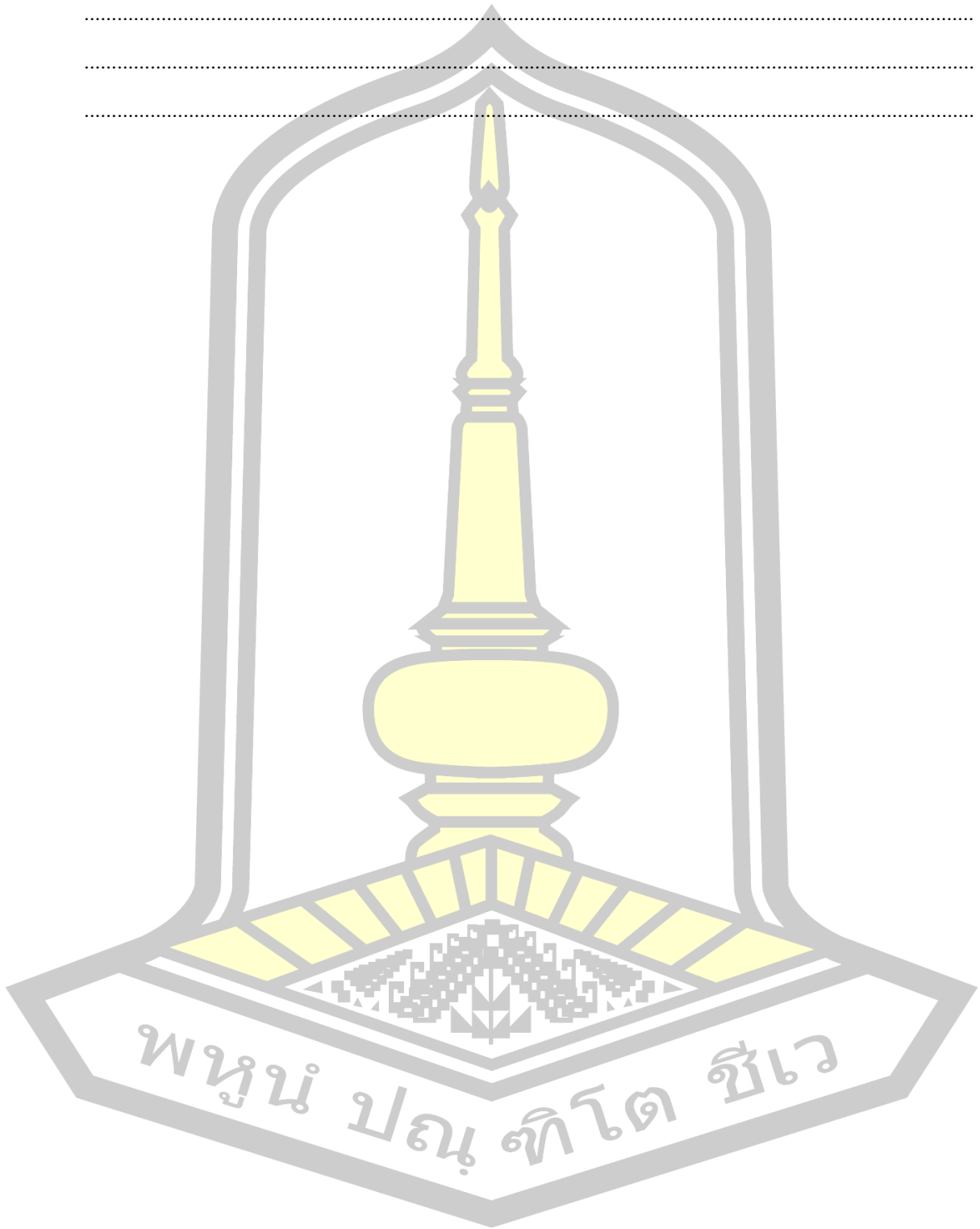
.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....



เฉลยแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของน้ำผลไม้

วันที่

สมาชิก

1. ชั้น เลขที่
2. ชั้น เลขที่
3. ชั้น เลขที่
4. ชั้น เลขที่
5. ชั้น เลขที่
6. ชั้น เลขที่
7. ชั้น เลขที่
8. ชั้น เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาความเข้มข้นของน้ำส้มในหน่วยอัตราส่วนต่างๆ และคำนวณหาความเข้มข้นร้อยละโดยมวล

สมมติฐาน (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

การผสมน้ำส้มในอัตราส่วนที่มากต่อน้ำที่น้อยจะทำให้ความเข้มข้นของสารลดลง

อุปกรณ์

1. น้ำส้มเข้มข้น 100% %
2. น้ำเปล่า 50 mL
3. กระบอกตวง 1 อัน
4. ปีกเกอร์ 1 อัน
5. แท่งแก้วคนสาร 1 อัน
6. เครื่องชั่งสาร

ขั้นตอนการทดลอง

1. คำนวณความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรเพื่อหาอัตราส่วนน้ำส้มต่อน้ำเปล่า

$$\text{จากสูตรร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (mL)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL)}} \times 100\%$$

เช่น ต้องการน้ำส้มที่มีความเข้มข้น 5% ในสารละลาย 50 mL จะต้องใช้น้ำส้ม เท่าใดและใช้น้ำใด

แทนค่า

$$5 (\%v/v) = \frac{X(mL)}{50 (mL)} \times 100\%$$

$$X = \frac{5(\%) \times 50(mL)}{100\%}$$

$$X = 2.5 \text{ mL}$$

ดังนั้น ต้องใช้น้ำส้มเข้มข้น 100% 2.5mL และน้ำเปล่า (50-2.5=47.5mL) 47.5mL

2. ผสมน้ำส้มที่ได้รับในปริมาณต่างๆในหน่วยมิลลิลิตรลงในปิ๊กเกอร์
3. สังเกตสีเทียบกับกลุ่มอื่นๆ
4. สรุปผลการทดลองโดยเรียงลำดับสีจากจางไปเข้มพร้อมกับระบุ % และอัตราส่วนของ

น้ำส้มต่อน้ำเปล่าลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางแสดงผลการทดลอง (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

ร้อยละโดย ปริมาตร (%v/v)	ปริมาตรน้ำส้ม (มิลลิลิตร)	ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	ปริมาตร สารละลาย (มิลลิลิตร)	ลำดับความ เข้มสี
5	2.5	47.5	50	1
10	10	40	50	2
25	12.5	37.5	50	3
50	25	25	50	4
75	37.5	12.5	50	5

**หมายเหตุ 1 คือ จางมาก 5 คือ เข้มมาก

Flow chart (ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย) (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

คำนวณอัตราส่วนระหว่างน้ำกับน้ำส้ม
ตามความเข้มข้นที่ครูกำหนด

ผสมน้ำและน้ำส้ม

สังเกตสีที่พบ

การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละโดยปริมาตร (%v/v)

เช่น

การคำนวณหาอัตราส่วนของสารละลายที่มีความเข้มข้น 5%

$$\text{จากสูตรร้อยละโดยปริมาตร } (\%v/v) = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย}(mL)}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}(mL)} \times 100\%$$

$$5\%v/v = \frac{X(mL)}{50(mL)} \times 100\%$$

$$X \text{ mL} = 2.5 \text{ mL}$$

ดังนั้น ในการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 5% จะต้องใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำส้มต่อน้ำ เท่ากับ 2.5 มิลลิตร ต่อ น้ำ 50 มิลลิตร

สรุปผลการทดลอง (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำส้มจะทำให้สีของสารละลายเข้มข้น โดยความเข้มข้นของน้ำส้ม 75% v/v จะมีความเข้มข้นสูงสุด สังเกตจากสีของสารละลายจะเข้มสุดเช่นกัน แต่ในทางกลับกัน สารละลายเข้มข้น 5% จะมีความเข้มข้นต่ำสุดและมีสีจางที่สุด



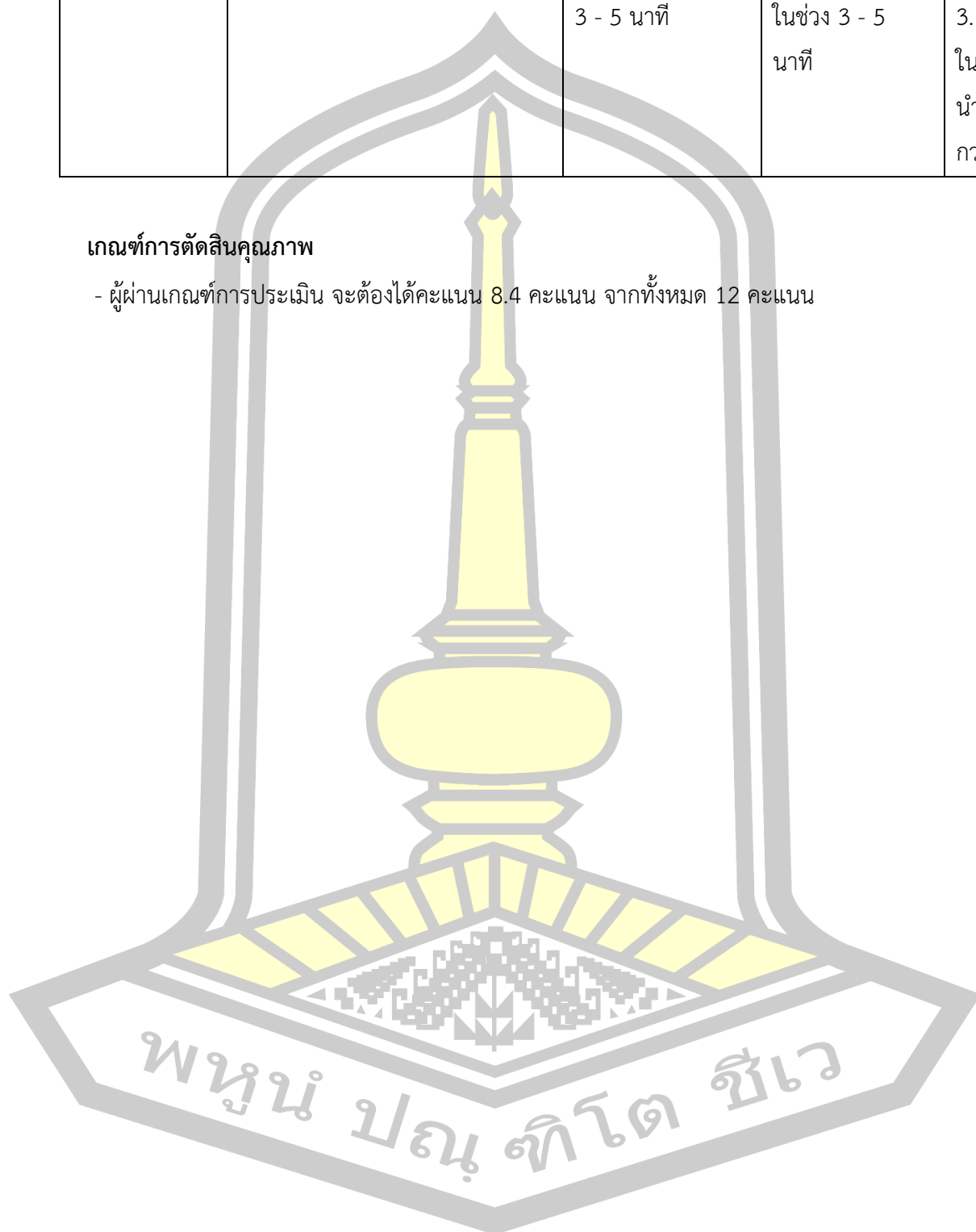
เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากแบบบันทึกกิจกรรมกลุ่ม

สิ่งที่ประเมิน	ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
		3	2	1
สมมติฐาน	การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน 1. เขียนสมมติฐานสอดคล้องกับจุดประสงค์การทดลอง 2. เขียนสมมติฐานให้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3. เขียนสมมติฐานครบตามจุดประสงค์การทดลอง	ทำได้ 3 ประเด็น	ทำได้ 2 ประเด็น	ทำได้ 1 ประเด็น
ตารางบันทึกผลการทดลองและขั้นตอนการทำงานทดลอง	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	1. บันทึกผลการทดลองครบและถูกต้องทุกช่อง 2. เขียนขั้นตอนการทำงานทดลองได้ครบและถูกต้อง	1. บันทึกผลการทดลองไม่ครบแต่ถูกต้อง 2. เขียนขั้นตอนการทำงานทดลองได้ครบและถูกต้อง	1. บันทึกผลการทดลองไม่ครบแต่ถูกต้อง 2. เขียนขั้นตอนการทำงานทดลองได้ไม่ครบ
สรุปผลการทดลอง	การให้เหตุผลแบบอุปนัย นักเรียนสร้างข้อสรุปจากการทดลองโดยสามารถ 1. สรุปผลการทดลองตามจุดประสงค์ 2. สรุปผลการทดลองถูกต้องตามทฤษฎี 3. เขียนอธิบายเหตุผลของการทดลองได้	ทำได้ 3 ประเด็น	ทำได้ 2 ประเด็น	ทำได้ 1 ประเด็น
การนำเสนอ	การให้เหตุผลแบบอธิบาย 1. อธิบายข้อมูลได้ชัดเจน 2. ตอบคำถามได้ชัดเจน 3. ระยะเวลาในการนำเสนออยู่ในช่วง 3-5 นาที	1. อธิบายข้อมูลได้ชัดเจน 2. ตอบคำถามได้ชัดเจนทุกประเด็น 3. ระยะเวลาในการ	1. อธิบายข้อมูลไม่ชัดเจน 2. ตอบคำถามได้บางประเด็น 3. ระยะเวลาใน	1. อธิบายข้อมูลไม่ชัดเจน 2. ตอบคำถามไม่ถูกต้องตาม

		นำเสนออยู่ในช่วง 3 - 5 นาที	การนำเสนออยู่ ในช่วง 3 - 5 นาที	ประเด็น 3. ระยะเวลา ในการ นำเสนอ น้อยกว่า 3 นาที
--	--	--------------------------------	---------------------------------------	--

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน จะต้องได้คะแนน 8.4 คะแนน จากทั้งหมด 12 คะแนน



ชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่

แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง จงคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละของสารละลายต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวล (\%w/w)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย (g)}}{\text{มวลของสารละลาย (g)}} \times 100\%$$

1. เหมรัยธาตุที่มีโลหะ Cu75% และ Ni25% หมายความว่าอย่างไร

.....

2. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50.0 กรัม ในน้ำ 150.0 กรัม จะมีความเข้มข้นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. กรดแอสซิติค ($C_{12}H_4O_2$) 0.50 โมล ในน้ำ 3.0 โมล จะมีความเข้มข้นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้าต้องการเตรียมน้ำเชื่อมโดยละลายน้ำตาล 20 กรัม ในน้ำ 80 กรัม ดังนั้นสารละลายน้ำตาลที่เตรียมจะมีความเข้มข้นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (mL)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL)}} \times 100\%$$

1. สารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 70% โดยปริมาตรต่อปริมาตรหมายความว่า

2. เตรียมสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 90% โดยปริมาตรต่อปริมาตรจำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้ H_2SO_4 เท่าใดและใช้น้ำใด

3. การเตรียมสารละลายเอทานอลเข้มข้น 60% โดยปริมาตรต่อปริมาตร จำนวน 500 mL ต้องตวงสารละลายและเติมน้ำเท่าใด

4. มีเอทานอล 1.5 L เติมน้ำลงไปจนมาปริมาตรเป็น 3000 mL สารละลายเข้มข้นเป็นเท่าใด

พจนันท์ ภาณุ ภัค โส โส

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่อง การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ

คำชี้แจง จงคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละของสารละลายต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวล (\%w/w)} = \frac{\text{มวลของตัวละลาย (g)}}{\text{มวลของสารละลาย (g)}} \times 100\%$$

1. เทริยูบามมีโลหะ Cu75% และ Ni25% หมายความว่าอย่างไร

ในสารละลาย 100 กรัมมี Ni 25 กรัม

2. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50.0 กรัม ในน้ำ 150.0 กรัมจะมีความเข้มข้นเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละโดยมวล (\%w/w)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย (g)}}{\text{มวลของสารละลาย (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{50(g)}{200(g)} \times 100\% \\ &= 25 \%w/w \end{aligned}$$

ดังนั้น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50.0 กรัม ในน้ำ 150.0 กรัมจะมีความเข้มข้น 25 %w/w

3. กรดแอสติค ($C_{12}H_4O_2$) 0.50 โมล ในน้ำ 3.0 โมลจะมีความเข้มข้นเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละโดยมวล (\%w/w)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย (g)}}{\text{มวลของสารละลาย (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{0.5 \times 44.01(g)}{3 \times 44.01(g)} \times 100\% \\ &= 16.67 \%w/w \end{aligned}$$

ดังนั้น กรดแอสติค ($C_{12}H_4O_2$) 0.50 โมล ในน้ำ 3.0 โมลจะมีความเข้มข้น 16.67 %w/w

4. ถ้าต้องการเตรียมน้ำเชื่อมโดยละลายน้ำตาล 20 กรัม ในน้ำ 80 กรัม ดังนั้นสารละลายน้ำตาลที่เตรียมจะมีความเข้มข้นเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละโดยมวล (\%w/w)} &= \frac{\text{มวลของตัวละลาย (g)}}{\text{มวลของสารละลาย (g)}} \times 100\% \\ &= \frac{20(g)}{100(g)} \times 100\% \\ &= 20 \%w/w \end{aligned}$$

ดังนั้น จะต้องเตรียมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น 20 %w/w

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (mL)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL)}} \times 100\%$$

1. สารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 70% โดยปริมาตรต่อปริมาตรหมายความว่า

สารละลาย 100 mL มี H_2SO_4 70 mL

2. เตรียมสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 90% โดยปริมาตรต่อปริมาตรจำนวน 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้ H_2SO_4 เท่าใดและใช้น้ำใด

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (cm}^3\text{)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (cm}^3\text{)}} \times 100\%$$

$$90\%v/v = \frac{X \text{ (cm}^3\text{)}}{200 \text{ (cm}^3\text{)}} \times 100\%$$

$$X = 180 \text{ cm}^3$$

ดังนั้น จะต้องใช้ H_2SO_4 ปริมาตร 180 cm^3 และใช้น้ำปริมาตร $200 - 180 = 20 \text{ cm}^3$

3. การเตรียมสารละลายเอทานอลเข้มข้น 60% โดยปริมาตรต่อปริมาตร จำนวน 500 mL ต้องตวงสารละลายและเติมน้ำเท่าใด

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (mL)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL)}} \times 100\%$$

$$60\%v/v = \frac{X \text{ (mL)}}{500 \text{ (mL)}} \times 100\%$$

$$X = 300 \text{ mL}$$

ดังนั้น จะต้องใช้ละลายเอทานอล ปริมาตร 300 mL และใช้น้ำปริมาตร $500 - 300 = 200 \text{ mL}$

4. มีเอทานอล 1.5 L เติมน้ำลงไปจนมาปริมาตรเป็น 3000 mL สารละลายเข้มข้นเป็นเท่าใด

$$\text{ร้อยละโดยปริมาตร (\%v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวละลาย (mL)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL)}} \times 100\%$$

$$= \frac{1500 \text{ (mL)}}{3000 \text{ (mL)}} \times 100\%$$

$$= 50\%v/v$$

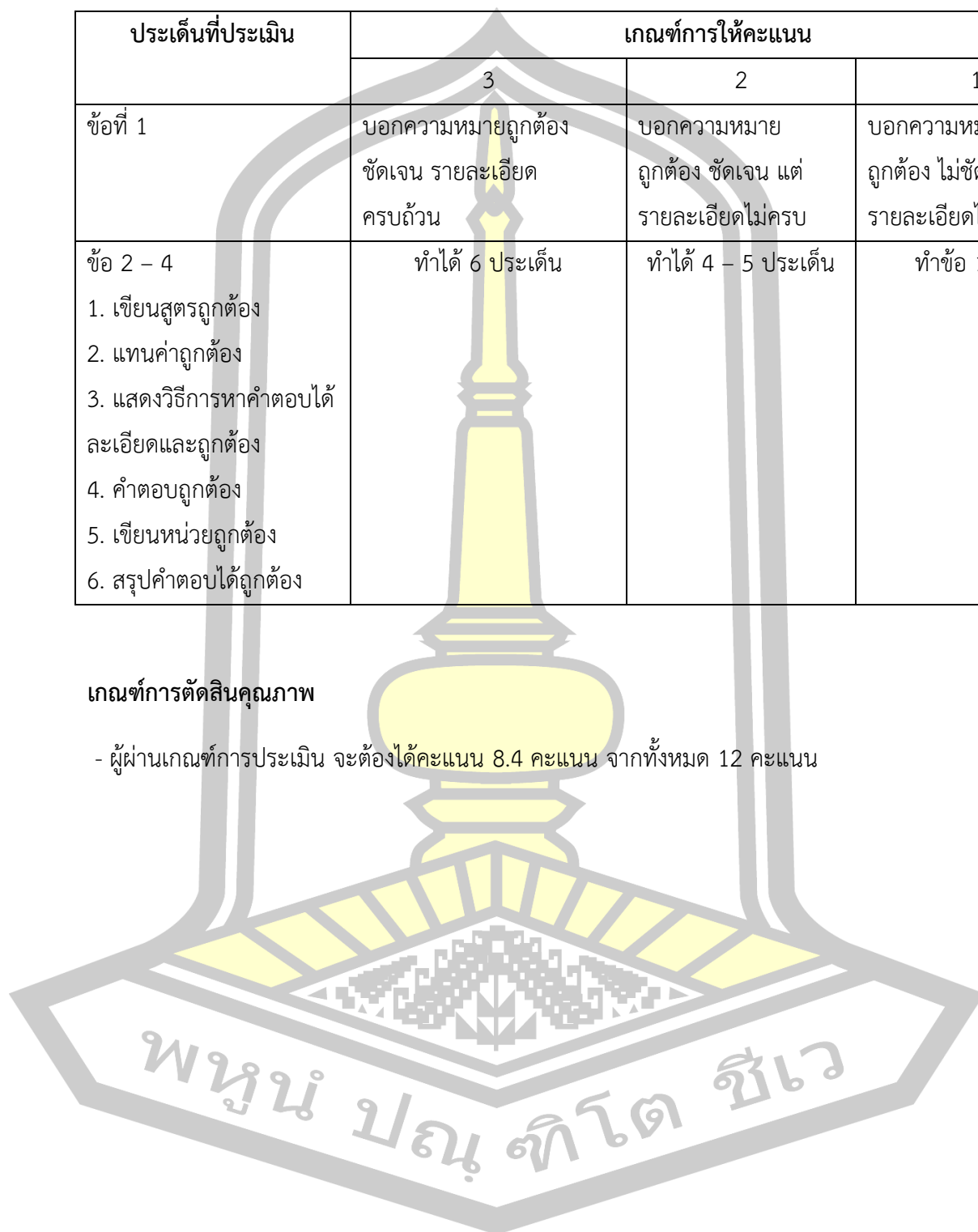
ดังนั้น สารละลายเข้มข้น 50 %v/v

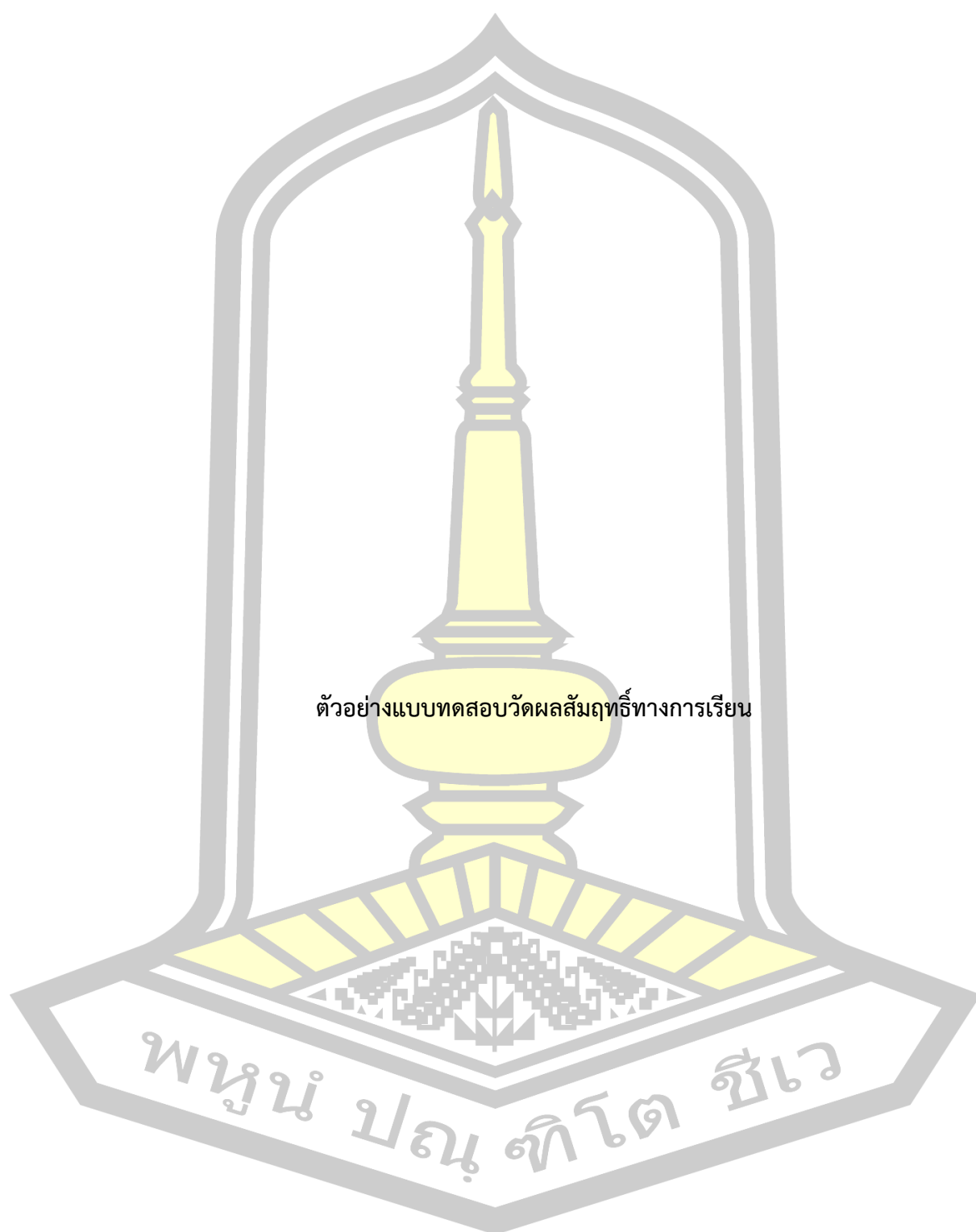
เกณฑ์การประเมินแบบฝึกหัด

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
ข้อที่ 1	บอกความหมายถูกต้อง ชัดเจน รายละเอียด ครบถ้วน	บอกความหมาย ถูกต้อง ชัดเจน แต่ รายละเอียดไม่ครบ	บอกความหมาย ถูกต้อง ไม่ชัดเจนและ รายละเอียดไม่ครบ
ข้อ 2 – 4 1. เขียนสูตรถูกต้อง 2. แทนค่าถูกต้อง 3. แสดงวิธีการหาคำตอบได้ ละเอียดและถูกต้อง 4. คำตอบถูกต้อง 5. เขียนหน่วยถูกต้อง 6. สรุปคำตอบได้ถูกต้อง	ทำได้ 6 ประเด็น	ทำได้ 4 – 5 ประเด็น	ทำข้อ 1 – 3

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน จะต้องได้คะแนน 8.4 คะแนน จากทั้งหมด 12 คะแนน

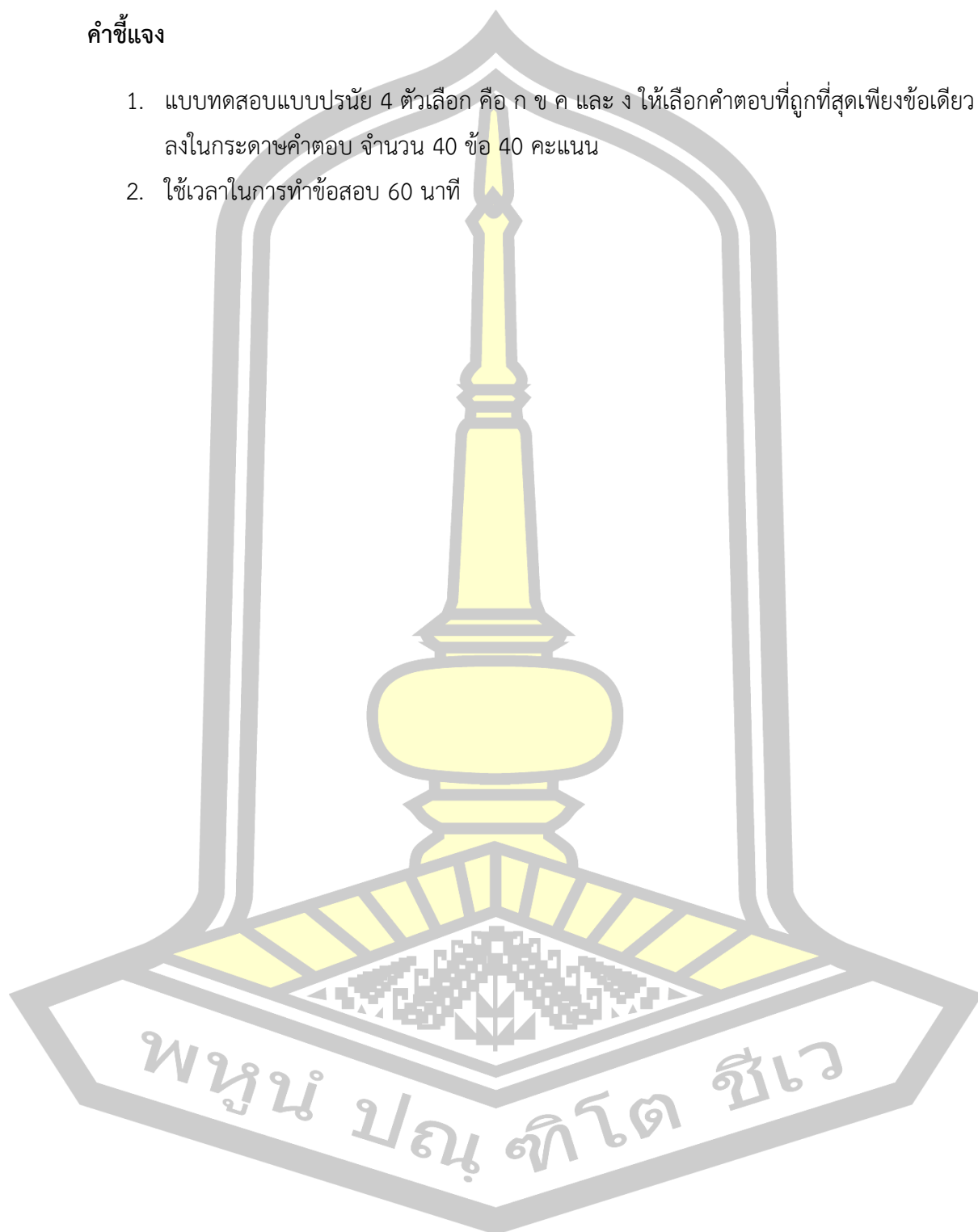




แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
ลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน
2. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที



ความเข้มข้น 500 ppb นักเรียนจะอธิบายความหมายของค่าความเข้มข้นนี้ได้อย่างไร

ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 กรัม

ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 มิลลิกรัม

ค. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 ไมโครกรัม

ง. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 นาโนกรัม

11. น้ำที่ปนเปื้อนสารปรอทมีความเข้มข้น 0.5 ppb หมายความว่าอย่างไร

ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปรอท 0.5 กรัม

ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปรอท 0.5 มิลลิกรัม

ค. ในน้ำ 1 พันล้านกรัม มีสารปรอท 0.5 กรัม

ง. ในน้ำ 1 พันล้านกรัม มีสารปรอท 0.5 มิลลิกรัม

12. ในตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานพบว่ามีการตกัวปนเปื้อน

5 ppb จงอธิบายความหมายของค่าความเข้มข้นนี้

ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีตะกั่ว 5 กรัม

ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีตะกั่ว 5 มิลลิกรัม

ค. ในน้ำ 1 พันล้านกรัม มีตะกั่ว 5 มิลลิกรัม

ง. ในน้ำ 1 ล้านกรัม มีตะกั่ว 5 กรัม

13. ในน้ำดื่ม 1,000,000 กรัม ตรวจพบสารปรอท (Hg) 0.0002 กรัม ค่าความเข้มข้นของสารปรอทในน้ำดื่มนี้คิดเป็นเท่าใดในหน่วย ppb

ก. 0.2 ppb

ข. 2 ppb

ค. 20 ppb

ง. 200 ppb

ชนิดหนึ่งปนเปื้อนอยู่ 0.000001 กรัม ค่าความเข้มข้นของสารเคมีนี้ในน้ำดื่มคิดเป็นเท่าใดในหน่วย ppm

ก. 0.002 ppm

ข. 0.02 ppm

ค. 0.2 ppm

ง. 2 ppm

15. ข้อใดอธิบายความหมายของโมลาริตี (Molarity, M) ได้ถูกต้อง

ก. จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 กรัม

ข. จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร

ค. จำนวนกรัมของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย 1,000 กรัม

ง. จำนวนกรัมของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 มิลลิลิตร

16. จากการเตรียมสารละลาย NaOH 2.0 โมลาร์

ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นักเรียนคนหนึ่งชั่ง NaOH มา 22 กรัม แล้วละลายน้ำจนได้ปริมาตรตามต้องการ จงวิเคราะห์ว่าสารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่าใด (มวลโมเลกุล NaOH = 40 g/mol)

ก. 1.1 M

ข. 2.2 M

ค. 2.5 M

ง. 3.3 M

17. นักเรียนต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 100 mL โดยการเจือจางจาก

สารละลาย NaCl เข้มข้น 2.0 โมลาร์ จงวิเคราะห์ว่าต้องใช้สารละลายเข้มข้นกี่มิลลิลิตร

ก. 15 mL

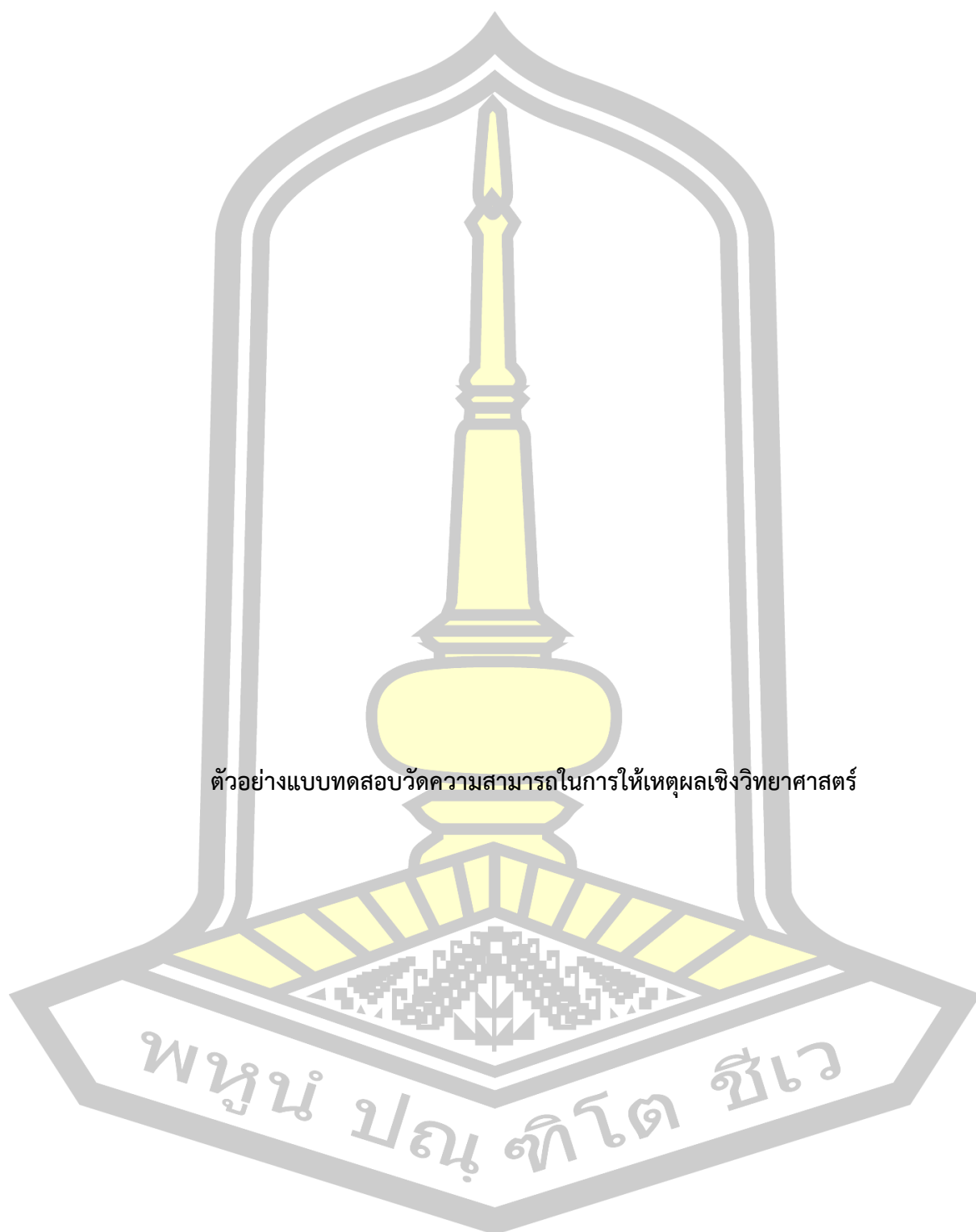
ข. 20 mL

ค. 25 mL

ง. 30 mL

26. จากสารละลายที่มีเศษส่วนโมลของตัวถูกละลายเท่ากับ 0.4 ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้อง
- ก. มีตัวถูกละลาย 0.4 โมล ในสารละลาย 1 ลิตร
 ข. มีตัวถูกละลาย 0.4 กรัม ในสารละลาย 100 กรัม
 ค. มีตัวถูกละลาย 0.4 โมล ในตัวถูกละลาย 1 โมล
 ง. มีตัวถูกละลาย 0.4 โมล ในจำนวนโมลรวมของสารละลาย 1 โมล
27. สารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) มีความเข้มข้น 0.05 เศษส่วนโมล ถ้าสารละลายมีมวล 500 กรัม และมวลโมลาร์ของกลูโคสเท่ากับ 180 g/mol จงหามวลของกลูโคสที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย
- ก. 35 กรัม ข. 45 กรัม
 ค. 55 กรัม ง. 65 กรัม
28. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายไฮเดียมคลอไรด์ (NaCl) ให้มีเศษส่วนโมลเท่ากับ 0.1 จำนวน 400 กรัม จะต้องใช้ไฮเดียมคลอไรด์กี่กรัม (มวลโมลาร์ NaCl = 58.5 g/mol)
- ก. 23.4 กรัม ข. 26.1 กรัม
 ค. 28.8 กรัม ง. 31.5 กรัม
29. ขั้นตอนแรกในการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นของแข็งคือข้อใด
- ก. เติมน้ำกลั่นลงในปิកเกอร์
 ข. ชั่งน้ำหนักสารให้ได้ตามต้องการ
 ค. คำนวณความเข้มข้นที่ต้องการ
 ง. ละลายสารด้วยน้ำกลั่น
30. นักเรียนต้องการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จาก NaOH เม็ด (มวลโมเลกุล = 40 g/mol) ข้อใดถูกต้อง
- ก. ชั่ง NaOH 2 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
 ข. ชั่ง NaOH 4 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร
 ค. ชั่ง NaOH 2 กรัม ละลายน้ำ 500 มิลลิลิตร
 ง. ชั่ง NaOH 2 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร
31. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 250 mL จากกรดเข้มข้น 98% โดยมวล (ความหนาแน่น 1.84 g/mL, MW = 98 g/mol) จะต้องใช้กรดเข้มข้นกี่มิลลิลิตร
- ก. 3.4 มิลลิลิตร ข. 6.8 มิลลิลิตร
 ค. 13.6 มิลลิลิตร ง. 27.2 มิลลิลิตร
32. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 250 mL จะต้องชั่ง NaCl กี่กรัม (มวลโมเลกุล NaCl = 58.5 g/mol)
- ก. 7.31 กรัม
 ข. 14.62 กรัม
 ค. 29.25 กรัม
 ง. 58.50 กรัม
33. ต้องการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 250 mL จากสารละลาย NaOH เข้มข้น 2 M จะต้องใช้สารละลายเข้มข้นกี่มิลลิลิตร
- ก. 31.25 mL
 ข. 62.5 mL
 ค. 125 mL
 ง. 187.5 mL

34. นักเรียนต้องการเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.2 M ปริมาตร 500 mL โดยเจือจางจากกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 98% (ความหนาแน่น 1.84 g/mL) จะต้องใช้กรดเข้มข้นกี่มิลลิลิตร
- ก. 2.75 mL
ข. 5.43 mL
ค. 7.89 mL
ง. 10.25 mL
35. ข้อใดต่อไปนี้นำแสดงถึงความแตกต่างของจุดเยือกแข็งระหว่างสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ถูกต้อง
- ก. สารละลายมีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารบริสุทธิ์ เนื่องจากมีอนุภาคเพิ่มเติมที่ยับยั้งการตกผลึก
ข. สารบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารละลาย เพราะไม่มีอนุภาคอื่นมาขวางการตกผลึก
ค. สารละลายและสารบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งเท่ากันเสมอ เพราะสมบัติของสารไม่เปลี่ยนแปลง
ง. สารละลายมีจุดเยือกแข็งเท่ากับสารบริสุทธิ์ เพราะการละลายของอนุภาคไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็ง
36. ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) หมายถึงอะไร
- ก. ค่าคงที่ที่บ่งบอกถึงความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลาย
ข. ค่าคงที่ที่แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดเมื่อเติมสารละลายลงในตัวทำละลาย
ค. ค่าคงที่ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของจุดเยือกแข็งเมื่อเติมสารละลายลงในตัวทำละลาย
ง. ค่าคงที่ที่บ่งบอกถึงความดันไอของตัวทำละลายในอุณหภูมิห้อง
37. นักเรียนทำการทดลองการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดด้วยการละลายสารละลายชนิดหนึ่งจำนวน 1 โมลในน้ำหนึ่งตัวทำละลาย 2 กิโลกรัม ทำให้จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าตัวทำละลายบริสุทธิ์ 0.34°C ค่าคงที่การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) ของตัวทำละลายนี้มีค่าเท่าใด
- ก. $0.17^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ ข. $0.68^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$
ค. $0.34^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ ง. $0.51^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$
38. เพราะเหตุใดจุดเยือกแข็งของสารละลายจึงต่างจากจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์
- ก. จุดเยือกแข็งของสารละลายสูงกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะตัวถูกละลายจะทำให้โครงสร้างของของแข็งแข็งแรงขึ้น
ข. จุดเยือกแข็งของสารละลายต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะตัวถูกละลายขัดขวางการเกิดโครงสร้างของแข็ง
ค. จุดเยือกแข็งของสารละลายและสารบริสุทธิ์ไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งคู่มีสถานะของแข็งที่อุณหภูมิเดียวกัน
ง. จุดเยือกแข็งของสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณตัวถูกละลาย แต่ไม่เกี่ยวกับชนิดของตัวทำละลาย
39. ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) หมายถึงอะไร
- ก. ค่าแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย
ข. ค่าแสดงถึงความสามารถในการหลอมของสารละลาย
ค. ค่าแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของจุดเยือกแข็งต่อหน่วยความเข้มข้น
ง. ค่าแสดงถึงความดันไอที่ลดลงของสารละลาย
40. เมื่อนำสาร A จำนวน 0.5 mol ละลายในน้ำ 1 kg พบว่าจุดเยือกแข็งของสารละลายลดลง 3°C จงหาค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) ของน้ำ
- ก. $6^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ ข. $3^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$
ค. $2^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ ง. $1^\circ\text{C}\cdot\text{kg}/\text{mol}$

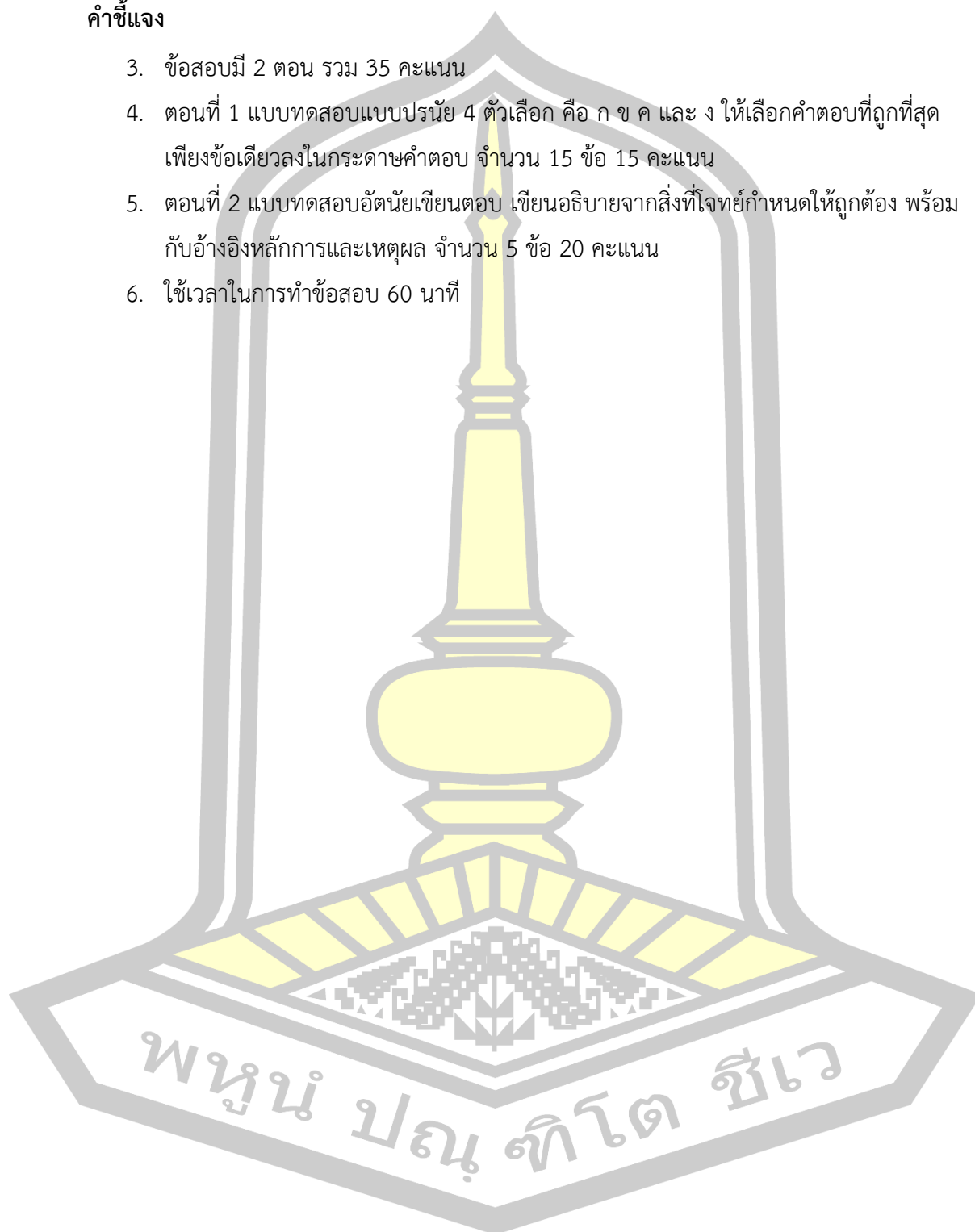


ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

3. ข้อสอบมี 2 ตอน รวม 35 คะแนน
4. ตอนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ จำนวน 15 ข้อ 15 คะแนน
5. ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยเขียนตอบ เขียนอธิบายจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้อง พร้อมกับอ้างอิงหลักการและเหตุผล จำนวน 5 ข้อ 20 คะแนน
6. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที



ตอนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ถ้านักเรียนเติมน้ำลงในสารละลายเกลือ ความเข้มข้นของสารละลายจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)
 - ก. เพิ่มขึ้น
 - ข. ลดลง
 - ค. ไม่เปลี่ยนแปลง
 - ง. เปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือ
2. สมมติว่านักเรียนมีสารละลายน้ำตาล 10% โดยมวล จำนวน 100 กรัม ถ้าต้องการเพิ่มความเข้มข้นเป็น 20% โดยมวล โดยไม่เพิ่มปริมาณน้ำ ควรทำอย่างไร (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)
 - ก. เติมน้ำตาล 10 กรัม
 - ข. เติมน้ำตาล 20 กรัม
 - ค. เติมน้ำตาล 11.11 กรัม
 - ง. เติมน้ำตาล 25 กรัม
3. ถ้าเราต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ จากสาร X ที่มีมวลโมเลกุล 100 g/mol ในน้ำ 500 g เราควรใช้สาร X ปริมาณเท่าใด (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)
 - ก. 15 g
 - ข. 25 g
 - ค. 50 g
 - ง. 100 g
4. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายน้ำเกลือเข้มข้น 3% โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ข้อใดเป็นขั้นตอนการเตรียมสารละลายที่ถูกต้องและปลอดภัยที่สุด (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)
 - ก. ชั่งเกลือ 15 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
 - ข. ชั่งเกลือ 15 กรัม ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร
 - ค. ชั่งเกลือ 1.5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
 - ง. ชั่งเกลือ 150 กรัม ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร
5. ถ้านักเรียนมีสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 6 โมลาร์ และต้องการเตรียมสารละลาย HCl เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ข้อใดเป็นลำดับขั้นตอนการเตรียมที่ถูกต้องและปลอดภัยที่สุด (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)
 - ก. ตวงสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตร เทลงในน้ำกลั่น 229.2 มิลลิลิตรในบีกเกอร์
 - ข. ตวงน้ำกลั่น 229.2 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์ แล้วเติมสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตร
 - ค. ตวงสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตรใส่ในขวดวัดปริมาตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร
 - ง. ตวงน้ำกลั่นใส่ในขวดวัดปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร

6. สารละลายมีความเข้มข้น 1 โมลาร์ จะมีตัวถูกละลาย 1 โมลในสารละลาย 1 ลิตร สารละลาย A มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ ดังนั้น สารละลาย A หมายถึง (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

- ก. ตัวถูกละลาย 1 กรัมในสารละลาย 1 ลิตร
- ข. ตัวถูกละลาย 1 โมลในสารละลาย 1 ลิตร
- ค. ตัวถูกละลาย 1 กรัมในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม
- ง. ตัวถูกละลาย 1 โมลในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม

7. สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า (เมื่อเป็นสารละลายของตัวถูกละลายชนิดเดียวกัน)

สารละลาย X มีความเข้มข้น 20% โดยมวล
สารละลาย Y มีความเข้มข้น 10% โดยมวล
จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

- ก. สารละลาย X มีจุดเดือดต่ำกว่าสารละลาย Y
- ข. สารละลาย X มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย Y
- ค. สารละลาย X และ Y มีจุดเดือดเท่ากัน
- ง. ไม่สามารถสรุปได้ เพราะไม่ทราบชนิดของตัวถูกละลาย

8. ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%w/v) คือ มวลของตัวถูกละลาย (g) ในสารละลาย 100 mL

สารละลายกลูโคส A มีความเข้มข้น 5% w/v
ถ้าต้องการเตรียมสารละลายนี้ปริมาตร 250 mL จะต้องใช้กลูโคสกี่กรัม (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

- ก. 5 กรัม
- ข. 12.5 กรัม
- ค. 20 กรัม
- ง. 25 กรัม

9. ในสารละลายเจือจางมาก ๆ ค่าความเข้มข้นโมลาร์ (M) และโมแลล (m) จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก และสารละลาย NaCl มีความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ สารละลายนี้จะมีค่าความเข้มข้นโมลาร์ (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

- ก. 0.001 m
- ข. 0.01 m
- ค. 0.1 m
- ง. 1 m

10. สารละลายกรด HCl เข้มข้น 12 M ปริมาตร 100 mL ถ้าต้องการเจือจางให้ได้สารละลาย HCl เข้มข้น 0.5 M จะต้องเติมน้ำจนได้ปริมาตรรวมเป็นเท่าใด (การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

- ก. 600 mL
- ข. 1200 mL
- ค. 2400 mL
- ง. 3600 mL

11. นักเรียนทำการทดลองละลายน้ำตาลในน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ และได้ผลดังนี้

- ที่ 20°C ละลายได้ 67 g / 100 mL น้ำ
- ที่ 40°C ละลายได้ 76 g / 100 mL น้ำ
- ที่ 60°C ละลายได้ 86 g / 100 mL น้ำ
- ที่ 80°C ละลายได้ 97 g / 100 mL น้ำ

จากข้อมูลนี้ สามารถคาดการณ์การละลายของน้ำตาลที่ 100°C ได้ว่า (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)

- ก. ประมาณ 100 g / 100 mL น้ำ
- ข. ประมาณ 107 g / 100 mL น้ำ
- ค. ประมาณ 114 g / 100 mL น้ำ
- ง. ไม่สามารถคาดการณ์ได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

12. นักเรียนทำการทดลองวัดจุดเดือดของสารละลายน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้ผลดังนี้

- น้ำบริสุทธิ์: 100°C
- 5% โดยมวล: 100.3°C
- 10% โดยมวล: 100.5°C
- 15% โดยมวล: 100.8°C

จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

ก. จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลไม่ขึ้นกับความเข้มข้น

ข. จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้น

ค. จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้นกับความเข้มข้น

ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

13. นักเรียนทำการทดลองวัดการนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้ผลดังนี้

- 0.01 M: 0.12 S/m
- 0.05 M: 0.59 S/m
- 0.10 M: 1.17 S/m
- 0.50 M: 5.55 S/m

จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

ก. การนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้น

ข. การนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลกับความเข้มข้น

ค. การนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้นกับความเข้มข้น

ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

14. จากการทดลองวัดค่าการลดลงของจุดเยือกแข็ง

(ΔT_f) ของสารละลายที่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นโมลาลเท่ากันที่ 0.1 m ได้ผลดังนี้

- สารละลาย NaCl: $\Delta T_f = 0.372^{\circ}\text{C}$
- สารละลายกลูโคส: $\Delta T_f = 0.186^{\circ}\text{C}$
- สารละลาย CaCl_2 : $\Delta T_f = 0.558^{\circ}\text{C}$

จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า (การให้เหตุผลแบบอุปนัย)

ก. การลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย

ข. การลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับจำนวนอนุภาคที่แตกตัวในสารละลาย

ค. การลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสารละลาย

ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ

15. จากการทดลองวัดความดันออสโมติกของสารละลายกลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่อุณหภูมิคงที่ ได้ผลดังนี้:

- 0.1 M: 2.4 atm
- 0.2 M: 4.8 atm
- 0.3 M: 7.2 atm

จากข้อมูลนี้ สามารถคาดการณ์ความดันออสโมติกของสารละลายกลูโคส 0.5 M ได้ว่า (การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน)

ก. 9.6 atm

ข. 10.8 atm

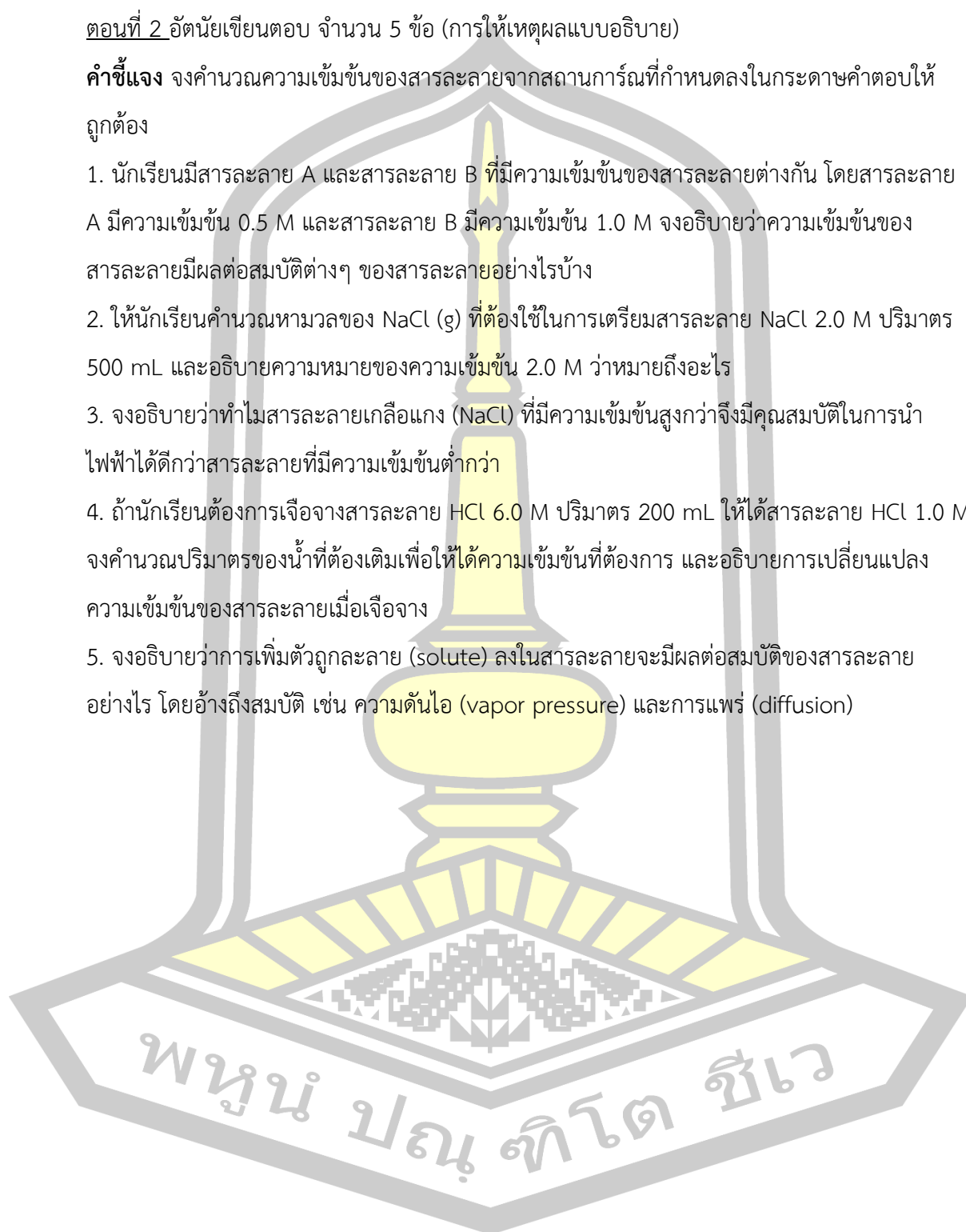
ค. 12.0 atm

ง. 14.4 atm

ตอนที่ 2 อัตนัยเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ (การให้เหตุผลแบบอธิบาย)

คำชี้แจง จงคำนวณความเข้มข้นของสารละลายจากสถานการณ์ที่กำหนดลงในกระดาษคำตอบให้ถูกต้อง

1. นักเรียนมีสารละลาย A และสารละลาย B ที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่างกัน โดยสารละลาย A มีความเข้มข้น 0.5 M และสารละลาย B มีความเข้มข้น 1.0 M จงอธิบายว่าความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อสมบัติต่างๆ ของสารละลายอย่างไรบ้าง
2. ให้นักเรียนคำนวณหามวลของ NaCl (g) ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลาย NaCl 2.0 M ปริมาตร 500 mL และอธิบายความหมายของความเข้มข้น 2.0 M ว่าหมายถึงอะไร
3. จงอธิบายว่าทำไมสารละลายเกลือแกง (NaCl) ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจึงมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า
4. ถ้านักเรียนต้องการเจือจางสารละลาย HCl 6.0 M ปริมาตร 200 mL ให้ได้สารละลาย HCl 1.0 M จงคำนวณปริมาตรของน้ำที่ต้องเติมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ และอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเจือจาง
5. จงอธิบายว่าการเพิ่มตัวถูกละลาย (solute) ลงในสารละลายจะมีผลต่อสมบัติของสารละลายอย่างไร โดยอ้างถึงสมบัติ เช่น ความดันไอ (vapor pressure) และการแพร่ (diffusion)



กระดาษคำตอบ

ชื่อ-สกุล ชั้น เลขที่

คำตอบตอนที่ 1

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย X ในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวลงในกระดาษคำตอบ (15 คะแนน)

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1					6					11				
2					7					12				
3					8					13				
4					9					14				
5					10					15				

คำตอบตอนที่ 2

คำชี้แจง จงคำนวณความเข้มข้นของสารละลายจากสถานการณ์ที่กำหนดลงในกระดาษคำตอบให้ถูกต้อง (20 คะแนน)

- นักเรียนมีสารละลาย A และสารละลาย B ที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่างกัน โดยสารละลาย A มีความเข้มข้น 0.5 M และสารละลาย B มีความเข้มข้น 1.0 M จงอธิบายว่าความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อสมบัติต่างๆ ของสารละลายอย่างไรบ้าง

พหุ ประถมศึกษา

2. ให้นักเรียนคำนวณหามวลของ NaCl (g) ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลาย NaCl 2.0 M ปริมาตร 500 mL และอธิบายความหมายของความเข้มข้น 2.0 M ว่าหมายถึงอะไร

3. จงอธิบายว่าทำไมสารละลายเกลือแกง (NaCl) ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจึงมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า



4. ถ้านักเรียนต้องการเจือจางสารละลาย HCl 6.0 M ปริมาตร 200 mL ให้ได้สารละลาย HCl 1.0 M จงคำนวณปริมาตรของน้ำที่ต้องเติมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ และอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเจือจาง

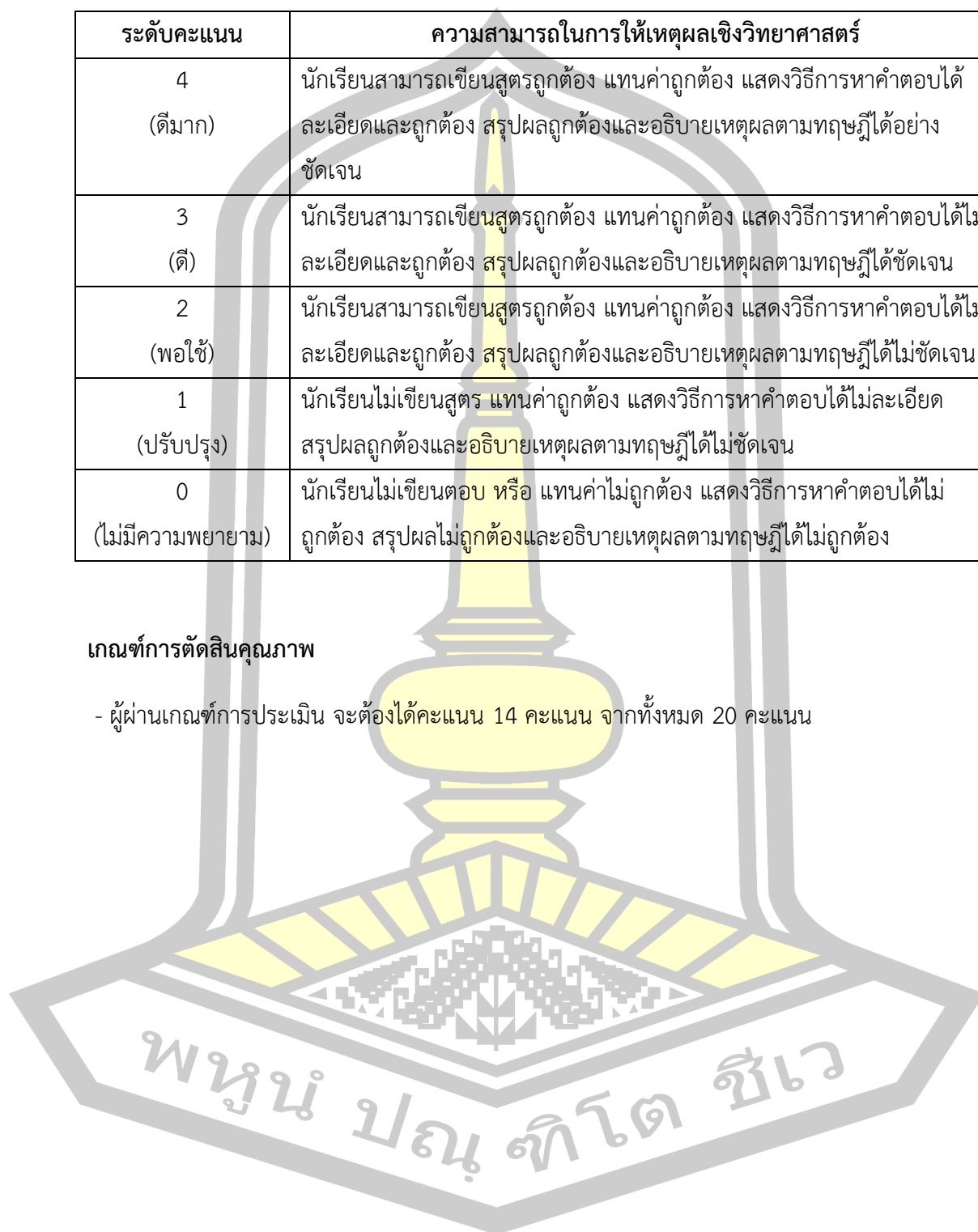
5. จงอธิบายว่าการเพิ่มตัวถูกละลาย (solute) ลงในสารละลายจะมีผลต่อสมบัติของสารละลายอย่างไร โดยอ้างถึงสมบัติ เช่น ความดันไอ (vapor pressure) และการแพร่ (diffusion)

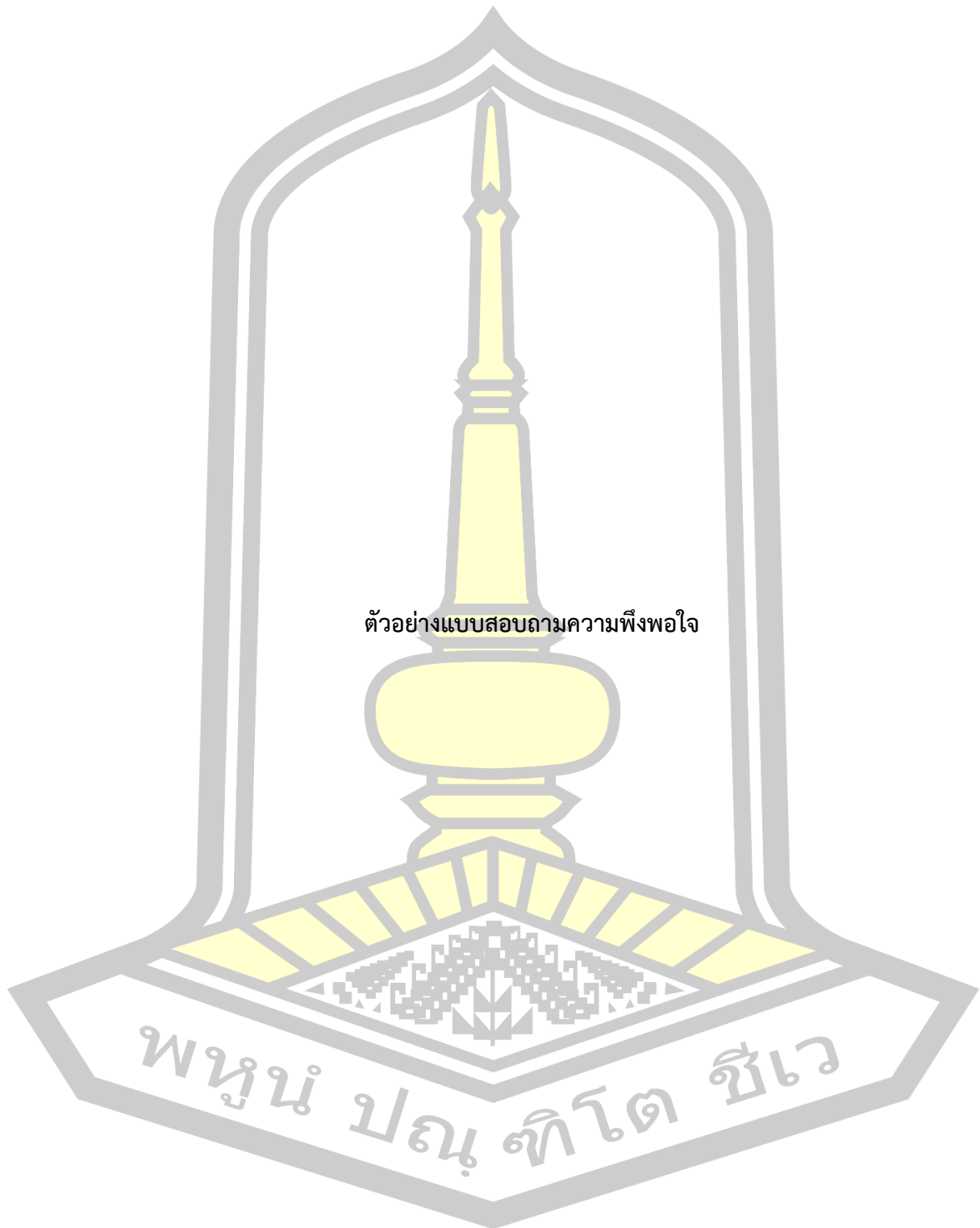
เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลแบบอธิบาย (ตอนที่ 2 ข้อ 1 ถึง 5)

ระดับคะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4 (ดีมาก)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้อย่างชัดเจน
3 (ดี)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ชัดเจน
2 (พอใช้)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่เขียนสูตร แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียด สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ชัดเจน
0 (ไม่มีความพยายาม)	นักเรียนไม่เขียนตอบ หรือ แทนค่าไม่ถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง สรุปผลไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน จะต้องได้คะแนน 14 คะแนน จากทั้งหมด 20 คะแนน





แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

คำชี้แจง ใส่เครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่านเพียงข้อเดียว

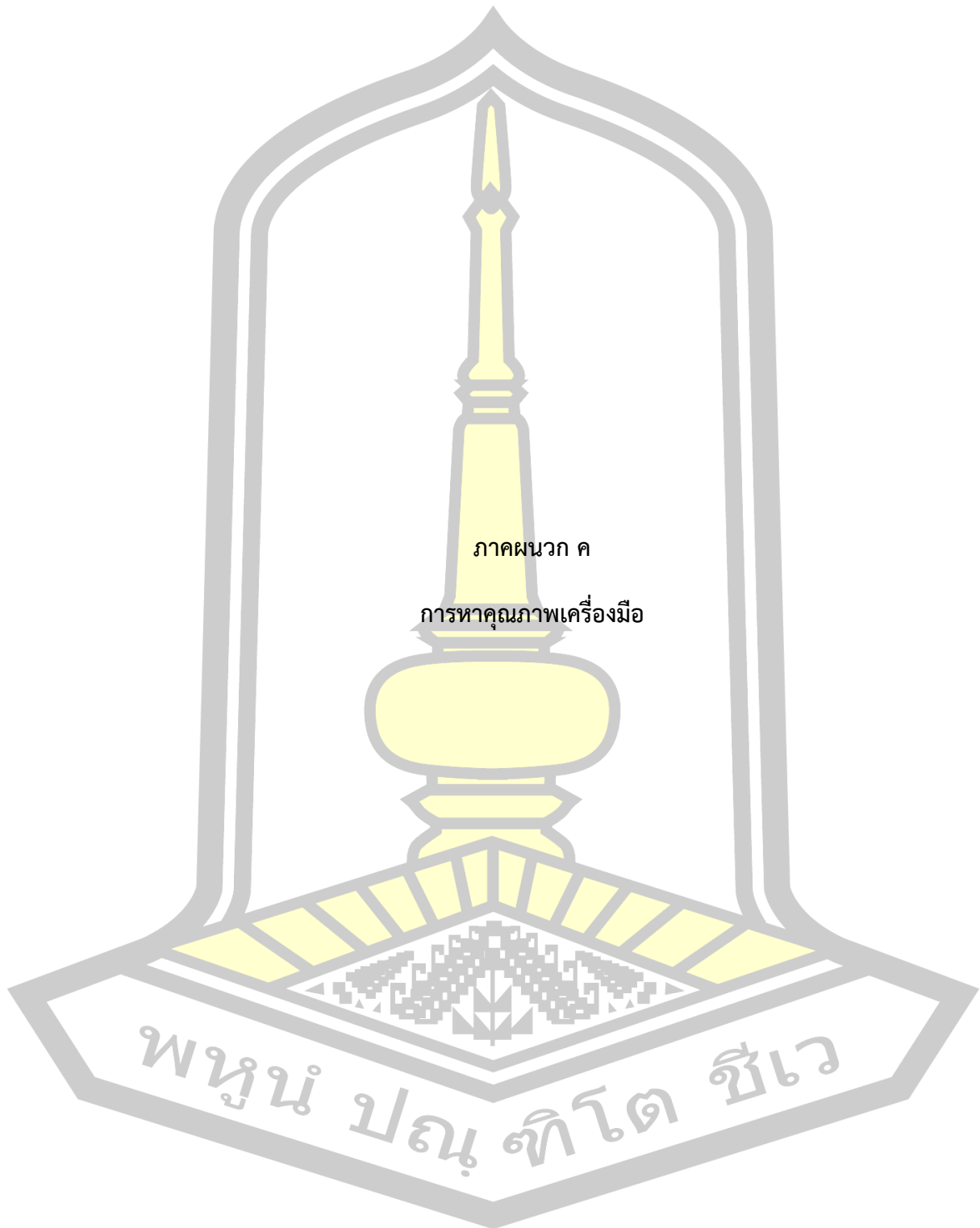
เพศ หญิง ชาย

หัวข้อประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลที่ให้ได้					
2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ได้					
3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองได้					
4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น					
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน					
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
7. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้					
8. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย					
9. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม					
10. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างถ่องแท้					
11. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ					
12. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
 เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองที่นักเรียนได้รับการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ครูสามารถประเมินความเข้าใจและความก้าวหน้าของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice test) 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ



**แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี2 เรื่อง สารละลาย ว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ผลการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหา/องค์ประกอบ/ด้านย่อย
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหา/องค์ประกอบ/ด้านย่อย
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา/องค์ประกอบ/ด้านย่อย

มาตรฐานการเรียนรู้

เข้าใจหลักการทำ ในเมื่อปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	1. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายเกลือแกงที่มีความเข้มข้น 5% โดยมวล (w/w) เพื่อทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ หมายความว่าอย่างไร ก. ในสารละลาย 100 กรัม มีน้ำ 5 กรัม ข. ในสารละลาย 100 กรัม มีเกลือแกง 5 กรัม ค. ในสารละลาย 95 กรัม มีเกลือแกง 5 กรัม ง. ในสารละลาย 100 กรัม มีน้ำ 95 กรัม	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	2. สารละลาย A มีความเข้มข้น 10% โดยมวล (w/w) และสารละลาย B มีความเข้มข้น 5% โดยมวล (w/w) เมื่อนักเรียนเติมสารละลาย A และ B ปริมาตรเท่ากันลงในน้ำ สารละลายใดจะทำให้ น้ำมีรสเค็มมากกว่า ก. สารละลาย A ข. สารละลาย B ค. สารละลายทั้งสองจะให้รสเค็มเท่ากัน ง. ทั้งสองสารละลายจะไม่ทำให้น้ำมีรสเค็ม	- ความเข้าใจ			
ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	2. เตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	3. ต้องการเตรียมสารละลายน้ำตาล 5% โดยมวล (w/w) จำนวน 200 กรัม นักเรียนจะต้องใช้มวลของน้ำตาลและน้ำเท่าไร ก. น้ำตาล 10 กรัม และน้ำ 190 กรัม ข. น้ำตาล 5 กรัม และน้ำ 195 กรัม ค. น้ำตาล 15 กรัม และน้ำ 185 กรัม ง. น้ำตาล 20 กรัม และน้ำ 180 กรัม	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	2. เตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	4. ในการเตรียมสารละลาย NaCl 2% โดยมวล (w/w) จำนวน 500 กรัม จะต้องใช้เกลือแกง NaCl กี่กรัม ก. 5 กรัม ข. 10 กรัม ค. 20 กรัม ง. 50 กรัม	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	2. เตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	5. ในการเตรียมสารละลาย HCl 15% โดยมวล (w/w) ถ้าต้องการเตรียมสารละลายปริมาตร 300 กรัม ควรใช้ HCl เท่าไร ก. 30 กรัม ข. 45 กรัม ค. 50 กรัม ง. 60 กรัม	- การวิเคราะห์			
คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	6. ถ้าต้องการเจือจางสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้น 20% โดยปริมาตร (v/v) ด้วยการเติมน้ำเพิ่มเข้าไปจนได้สารละลายใหม่ที่มีปริมาตรเพิ่มเป็นสองเท่า ความเข้มข้นของสารละลายที่ได้จะเป็นเท่าใด ก. 10% ข. 15% ค. 20% ง. 5%	- ความรู้ ความจำ			
คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	7. น้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้น 3% โดยปริมาตร (v/v) หมายความว่าอย่างไร ก. ในน้ำส้มสายชู 100 mL มีกรดอะซิติก 3 mL ข. ในน้ำส้มสายชู 100 mL มีน้ำ 3 mL ค. ในน้ำส้มสายชู 100 mL มีกรดอะซิติก 97 mL ง. ในน้ำส้มสายชู 100 mL มีกรดอะซิติก 30 mL	- ความรู้ ความจำ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (K)	8. ต้องการเตรียมสารละลายแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น 70% โดยปริมาตร (v/v) สำหรับการทำความสะอาดพื้นผิว หมายความว่าอย่างไร ก. ในน้ำ 100 mL มีแอลกอฮอล์ 70 mL ข. ในแอลกอฮอล์ 100 mL มีน้ำ 30 mL ค. ในสารละลาย 100 mL มีแอลกอฮอล์ 70 mL ง. ในสารละลาย 70 mL มีแอลกอฮอล์ 30 mL	- ความรู้ ความจำ			
คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	9. ถ้านักเรียนมีสารละลาย NaCl ที่เตรียมโดยการละลาย NaCl 5 กรัม ในน้ำ 95 กรัม จงคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย NaCl ในหน่วยร้อยละโดยมวล (w/w) ก. 4% ข. 5% ค. 10% ง. 15%	- การวิเคราะห์			
คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	10. สารละลายน้ำตาลมีความเข้มข้น 20% โดยมวล หากมีน้ำตาล 40 กรัม จงหามวลของน้ำที่ใช้ในการเตรียมสารละลายนี้ ก. 160 กรัม ข. 150 กรัม ค. 180 กรัม ง. 200 กรัม	- การวิเคราะห์			
คำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้ (P)	11. นักเรียนเตรียมสารละลายโดยการละลาย KCl 25 กรัม ในน้ำ 75 กรัม สารละลายนี้จะมี ความเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์โดยมวล ก. 10% ข. 20% ค. 25% ง. 30%	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (K)	12. สารละลายที่มีความเข้มข้น 1 ppm หมายความว่าอย่างไร ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารละลาย 1 กรัม ข. ในน้ำ 1 กรัม มีตัวถูกละลาย 1 มิลลิกรัม ค. ในน้ำ 1 ล้านกรัม มีตัวถูกละลาย 1 กรัม ง. ในน้ำ 1 ล้านลิตร มีตัวถูกละลาย 1 มิลลิกรัม	- ความเข้าใจ			
ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (K)	13. น้ำดื่มมีปริมาณฟลูออไรด์ 2 ppm หมายความว่าอย่างไร ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีฟลูออไรด์ 2 กรัม ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีฟลูออไรด์ 2 มิลลิกรัม ค. ในน้ำ 1 ลิตร มีฟลูออไรด์ 2 มิลลิลิตร ง. ในน้ำ 1 กรัม มีฟลูออไรด์ 2 มิลลิกรัม	- ความเข้าใจ			
ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	2. เตรียมสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (P)	14. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 ppm ของสาร A ในปริมาตร 1 ลิตรของน้ำ ตัวเลือกใดต่อไปนี้แสดงการเตรียมสารละลายที่ถูกต้อง ก. เติมสาร A จำนวน 1 กรัม ลงในน้ำ 1 ลิตร ข. เติมสาร A จำนวน 1 มิลลิกรัม ลงในน้ำ 1 ลิตร ค. เติมสาร A จำนวน 1 มิลลิกรัม ลงในน้ำ 100 มิลลิลิตร ง. เติมสาร A จำนวน 1 ไมโครกรัม ลงในน้ำ 1 ลิตร	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	2. เตรียมสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (P)	15. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 10 ppb ของสาร B ในปริมาตร 2 ลิตรของน้ำ ควรใช้สาร B จำนวนเท่าใด ก. 10 มิลลิกรัม ข. 20 มิลลิกรัม ค. 20 ไมโครกรัม ง. 10 ไมโครกรัม	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	2. เตรียมสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้ (P)	16. ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ พบว่าสารปนเปื้อน C มีความเข้มข้น 500 ppb นักเรียนจะอธิบายความหมายของค่าความเข้มข้นนี้ได้อย่างไร ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 กรัม ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 มิลลิกรัม ค. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 ไมโครกรัม ง. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปนเปื้อน C จำนวน 500 นาโนกรัม	- การวิเคราะห์			
การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน	17. น้ำที่ปนเปื้อนสารปรอทมีความเข้มข้น 0.5 ppb หมายความว่าอย่างไร ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปรอท 0.5 กรัม ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีสารปรอท 0.5 มิลลิกรัม ค. ในน้ำ 1 พันล้านกรัม มีสารปรอท 0.5 กรัม ง. ในน้ำ 1 พันล้านกรัม มีสารปรอท 0.5 มิลลิกรัม	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การคำนวณ ความเข้มข้นใน หน่วยส่วนใน ล้านส่วน (ppm)และส่วน ในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบาย ความหมายของ หน่วยความ เข้มข้นของ สารละลายใน หน่วยส่วนใน ล้านส่วนและ ส่วนใน	18. ถ้าตัวอย่างอากาศมีปริมาณก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ 50 ppm หมายความว่า อย่างไร ก. อากาศ 1 กรัม มีคาร์บอนมอนอกไซด์ 50 กรัม ข. อากาศ 1 ล้านกรัม มีคาร์บอนมอนอกไซด์ 50 กรัม ค. อากาศ 1 ล้านกรัม มีคาร์บอนมอนอกไซด์ 50 มิลลิกรัม ง. อากาศ 1 พันล้านกรัม มีคาร์บอนมอนอกไซด์ 50 มิลลิกรัม	- ความ เข้าใจ			
การคำนวณ ความเข้มข้นใน หน่วยส่วนใน ล้านส่วน (ppm)และส่วน ในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบาย ความหมายของ หน่วยความ เข้มข้นของ สารละลายใน หน่วยส่วนใน ล้านส่วนและ ส่วนใน	19. ในตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานพบว่ามีการ ตะกั่วปนเปื้อน 5 ppb จงอธิบายความหมายของ ค่าความเข้มข้นนี้ ก. ในน้ำ 1 ลิตร มีตะกั่ว 5 กรัม ข. ในน้ำ 1 ลิตร มีตะกั่ว 5 มิลลิกรัม ค. ในน้ำ 1 พันล้านกรัม มีตะกั่ว 5 มิลลิกรัม ง. ในน้ำ 1 ล้านกรัม มีตะกั่ว 5 กรัม	- ความ เข้าใจ			
การคำนวณ ความเข้มข้นใน หน่วยส่วนใน ล้านส่วน (ppm)และส่วน ในพันล้านส่วน (ppb)	2. คำนวณความ เข้มข้นของ สารละลายใน หน่วยส่วนใน ล้านส่วนและ ส่วนในพันล้าน ส่วนได้(P)	20. ถ้านักเรียนมีสารละลายที่มีการปนเปื้อนของ ตะกั่ว (Pb) ปริมาณ 0.005 กรัม ในสารละลาย 1,000 กรัม ค่าความเข้มข้นของตะกั่วใน สารละลายนี้คิดเป็นเท่าใดในหน่วย ppm ก. 0.005 ppm ข. 5 ppm ค. 50 ppm ง. 500 ppm	- การ วิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้(P)	21. ในน้ำดื่ม 1,000,000 กรัม ตรวจพบสารปรอท (Hg) 0.0002 กรัม ค่าความเข้มข้นของสารปรอทในน้ำดื่มนี้คิดเป็นเท่าใดในหน่วย ppb ก. 0.2 ppb ข. 2 ppb ค. 20 ppb ง. 200 ppb	- การวิเคราะห์			
การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้(P)	22. น้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 500 กรัม พบว่ามีสารเคมีชนิดหนึ่งปนเปื้อนอยู่ 0.000001 กรัม ค่าความเข้มข้นของสารเคมีนี้ในน้ำดื่มคิดเป็นเท่าใดในหน่วย ppm ก. 0.002 ppm ข. 0.02 ppm ค. 0.2 ppm ง. 2 ppm	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตและโมแลลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมแลลลิตีได้ (K)	23. ข้อใดอธิบายความหมายของโมลาริตี (Molarity, M) ได้ถูกต้อง ก. จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 กรัม ข. จำนวนโมลของตัวละลายในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร ค. จำนวนกรัมของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย 1,000 กรัม ง. จำนวนกรัมของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 มิลลิลิตร	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตและโมแลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมแลลิตีได้ (K)	24. ข้อใดอธิบายความหมายของโมแลลิตี (Molality, m) ได้ถูกต้อง ก. จำนวนกรัมของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย 100 กรัม ข. จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลิตร ค. จำนวนโมลของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย 1,000 กรัม ง. จำนวนกรัมของตัวถูกละลายในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร	- ความเข้าใจ			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตและโมแลลิตี	2. เตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นโมลาริตีและโมแลลิตี (P)	25. จากการเตรียมสารละลาย NaOH 2.0 โมลาร์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร นักเรียนคนหนึ่งชั่ง NaOH มา 22 กรัม แล้วละลายน้ำจนได้ปริมาตรตามต้องการ จงวิเคราะห์ว่าสารละลายที่ได้มีความเข้มข้นเท่าใด (มวลโมเลกุล NaOH = 40 g/mol) ก. 1.1 M ข. 2.2 M ค. 2.5 M ง. 3.3 M	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตและโมแลลิตี	2. เตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นโมลาริตีและโมแลลิตี (P)	26. สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 98% โดยมวล มีความหนาแน่น 1.84 g/mL จงวิเคราะห์ว่าสารละลายนี้มีความเข้มข้นกี่โมแลล (มวลโมเลกุล $H_2SO_4 = 98$ g/mol) ก. 10.2 m ข. 15.3 m ค. 18.4 m ง. 20.5 m	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีและโมแลลิตี	2. เตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นโมลาริตี โมแลลิตี (P)	27. นักเรียนต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 100 mL โดยการเจือจางจากสารละลาย NaCl เข้มข้น 2.0 โมลาร์ จงวิเคราะห์ว่าต้องใช้สารละลายเข้มข้นกี่มิลลิลิตร ก. 15 mL ข. 20 mL ค. 25 mL ง. 30 mL	- การวิเคราะห์			
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตีได้ (K)	28. สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 1.5 โมลาร์ หมายความว่าอย่างไร ก. H_2SO_4 1.5 โมล ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร ข. H_2SO_4 1.5 กรัม ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร ค. H_2SO_4 1.5 โมล ในน้ำ 1,000 กรัม ง. H_2SO_4 1.5 กรัม ในน้ำ 1,000 กรัม	- ความเข้าใจ			
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตีได้ (K)	29. เมื่อเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$) 2.0 โมแลล จะต้องละลาย $NaCl$ กี่โมลในน้ำ 500 กรัม ก. 0.5 โมล ข. 1.0 โมล ค. 1.5 โมล ง. 2.0 โมล	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี โมแลลิตีได้ (K)	30. เมื่อเปรียบเทียบสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ และ 1 โมแลล ข้อใดถูกต้อง ก. ทั้งสองสารละลายมีความเข้มข้นเท่ากันเสมอ ข. สารละลาย 1 โมลาร์ มีความเข้มข้นมากกว่า 1 โมแลล เสมอ ค. สารละลาย 1 โมแลล มีความเข้มข้นมากกว่า 1 โมลาร์ เสมอ ง. ความเข้มข้นของทั้งสองสารละลายขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสารละลาย	- ความเข้าใจ			
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี และโมแลลิตีได้ (P)	31. สารละลาย NaOH เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร มีมวลของ NaOH กี่กรัม (กำหนด มวลโมเลกุล NaOH = 40 g/mol) ก. 2.5 กรัม ข. 5.0 กรัม ค. 5.5 กรัม ง. 10.0 กรัม	- การวิเคราะห์			
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตี และโมแลลิตีได้ (P)	32. ถ้าละลาย KCl 37.25 กรัม ในน้ำ 400 กรัม จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นกี่โมแลล (กำหนด มวลโมเลกุล KCl = 74.5 g/mol) ก. 0.5 โมแลล ข. 1.25 โมแลล ค. 2.0 โมแลล ง. 2.5 โมแลล	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตี โมแลลิตี	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมแลลิตีได้ (P)	33. สารละลายกรด HCl เข้มข้น 2 โมลาร์ มีความหนาแน่น 1.2 g/mL ถ้าต้องการเตรียมสารละลายนี้ 500 mL จะต้องใช้ HCl บริสุทธิ์กี่กรัม (กำหนด มวลโมเลกุล HCl = 36.5 g/mol) ก. 24.33 กรัม ข. 36.50 กรัม ค. 48.67 กรัม ง. 73.00 กรัม	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (K)	34. ข้อใดอธิบายความหมายของเศษส่วนโมล (Mole fraction) ได้ถูกต้องที่สุด ก. อัตราส่วนระหว่างมวลของตัวละลายต่อปริมาตรของสารละลาย ข. อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของตัวละลายต่อจำนวนโมลรวมของสารละลาย ค. อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมลของตัวละลายต่อปริมาตรของสารละลาย ง. อัตราส่วนระหว่างมวลของตัวละลายต่อมวลของตัวทำละลาย	- ความเข้าใจ			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (K)	35. การเตรียมสารละลาย KCl เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร ปริมาตร 2 ลิตร โดยใช้ KCl 74.5 กรัม (มวลโมเลกุล KCl = 74.5 g/mol) จะได้ความเข้มข้นตามต้องการหรือไม่ เพราะเหตุใด ก. ได้ตามต้องการ เพราะใช้สารเคมีพอดี ข. ไม่ได้ตามต้องการ เพราะใช้สารเคมีมากเกินไป 0.5 โมล ค. ได้ตามต้องการ เพราะใช้สารเคมีน้อยกว่าที่ต้องการ ง. ไม่ได้ตามต้องการ เพราะใช้สารเคมีน้อยเกินไป 0.5 โมล	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	2. เตรียมความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (P)	36. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 2 โมลต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จะต้องใช้ NaOH กี่กรัม (กำหนดมวลโมเลกุล NaOH = 40 g/mol) ก. 20 กรัม ข. 30 กรัม ค. 40 กรัม ง. 50 กรัม	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	2. เตรียมความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (P)	37. สารละลายชนิดหนึ่งประกอบด้วยน้ำตาล 2 โมล และน้ำ 8 โมล เศษส่วนโมลของน้ำตาลมีค่าเท่าใด ก. 0.2 ข. 0.4 ค. 0.6 ง. 0.8	- การวิเคราะห์			
ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	2. เตรียมความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (P)	38. ในการเตรียมสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 0.25 โมลต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จากสารละลาย H_2SO_4 เข้มข้น 1 โมลต่อลิตร จะต้องใช้สารละลายเข้มข้นกี่มิลลิลิตร ก. 75 มิลลิลิตร ข. 100 มิลลิลิตร ค. 125 มิลลิลิตร ง. 150 มิลลิลิตร	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (K)	39. จากสูตร $X = n_1/(n_1+n_2)$ เมื่อ X คือเศษส่วนโมล ข้อใดอธิบายความหมายของ n_1 และ n_2 ได้ถูกต้อง ก. n_1 คือจำนวนโมลของตัวละลาย, n_2 คือจำนวนโมลของตัวทำละลาย ข. n_1 คือมวลของตัวละลาย, n_2 คือมวลของตัวทำละลาย ค. n_1 คือปริมาตรของตัวละลาย, n_2 คือปริมาตรของตัวทำละลาย ง. n_1 คือความหนาแน่นของตัวละลาย, n_2 คือความหนาแน่นของตัวทำละลาย	- ความเข้าใจ			
คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (K)	40. จากสารละลายที่มีเศษส่วนโมลของตัวถูกละลายเท่ากับ 0.4 ข้อใดอธิบายความหมายได้ถูกต้อง ก. มีตัวถูกละลาย 0.4 โมล ในสารละลาย 1 ลิตร ข. มีตัวถูกละลาย 0.4 กรัม ในสารละลาย 100 กรัม ค. มีตัวถูกละลาย 0.4 โมล ในตัวถูกละลาย 1 โมล ง. มีตัวถูกละลาย 0.4 โมล ในจำนวนโมลรวมของสารละลาย 1 โมล	- ความเข้าใจ			
คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (K)	41. สารละลาย A และ B มีเศษส่วนโมลของตัวถูกละลายเท่ากับ 0.2 และ 0.6 ตามลำดับ ข้อใดถูกต้อง ก. สารละลาย A มีตัวทำละลาย 20% โดยมวล ข. สารละลาย B มีตัวถูกละลาย 0.6 กรัม ค. สารละลาย A มีตัวทำละลาย 0.8 โมลต่อจำนวนโมลรวม 1 โมล ง. สารละลาย B มีตัวถูกละลาย 0.6 มิลลิลิตร	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
คำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยเศษส่วนโมล	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยเศษส่วนโมลได้ (P)	42. นักเรียนคนหนึ่งผสมน้ำตาลซูโครส ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 171 กรัม ลงในน้ำ 500 กรัม จะได้สารละลายน้ำตาล ถ้าเศษส่วนโมลของน้ำตาลในสารละลายมีค่าเท่ากับ 0.02 จงหาว่าน้ำหนักของน้ำที่ใช้ในการผสมควรเป็นเท่าใด (มวลโมลาร์ของซูโครส = 342 g/mol, น้ำ = 18 g/mol) ก. 400 กรัม ข. 450 กรัม ค. 500 กรัม ง. 550 กรัม	- การวิเคราะห์			
การเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)	43. สารละลายกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) มีความเข้มข้น 0.05 เศษส่วนโมล ถ้าสารละลายมีมวล 500 กรัม และมวลโมลาร์ของกลูโคสเท่ากับ 180 g/mol จงหามวลของกลูโคสที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย ก. 35 กรัม ข. 45 กรัม ค. 55 กรัม ง. 65 กรัม	- การวิเคราะห์			
การเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)	44. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ให้มีเศษส่วนโมลเท่ากับ 0.1 จำนวน 400 กรัม จะต้องใช้โซเดียมคลอไรด์กี่กรัม (มวลโมลาร์ NaCl = 58.5 g/mol) ก. 23.4 กรัม ข. 26.1 กรัม ค. 28.8 กรัม ง. 31.5 กรัม	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)	45. อุปกรณ์ใดเหมาะสมที่สุดในการวัดปริมาตรสารละลายอย่างแม่นยำ ก. ปีกเกอร์ ข. กระบอกตวง ค. ปิเปต ง. ขวดรูปخمพู่	- ความรู้ ความจำ			
การเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)	46. ขั้นตอนแรกในการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ที่เป็นของแข็งคือข้อใด ก. เติมน้ำกลั่นลงในปีกเกอร์ ข. ชั่งน้ำหนักสารให้ได้ตามต้องการ ค. คำนวณความเข้มข้นที่ต้องการ ง. ละลายสารด้วยน้ำกลั่น	- ความรู้ ความจำ			
การเตรียมสารละลาย	2. เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P)	47. นักเรียนต้องการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จาก NaOH เม็ด (มวลโมเลกุล = 40 g/mol) ข้อใดถูกต้อง ก. ชั่ง NaOH 2 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ข. ชั่ง NaOH 4 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ค. ชั่ง NaOH 2 กรัม ละลายน้ำ 500 มิลลิลิตร ง. ชั่ง NaOH 2 กรัม ละลายน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การเตรียมสารละลาย	2. เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P)	48. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 250 mL จากกรดเข้มข้น 98% โดยมวล (ความหนาแน่น 1.84 g/mL, MW = 98 g/mol) จะต้องใช้กรดเข้มข้นกี่มิลลิลิตร ก. 3.4 มิลลิลิตร ข. 6.8 มิลลิลิตร ค. 13.6 มิลลิลิตร ง. 27.2 มิลลิลิตร	- การวิเคราะห์			
การเตรียมสารละลาย	2. เตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P)	49. นักเรียนมีสารละลาย $KMnO_4$ เข้มข้น 0.4 M ปริมาตร 100 mL ต้องการเจือจางให้ได้สารละลาย 0.1 M ปริมาตรเท่าใด ก. 200 มิลลิลิตร ข. 300 มิลลิลิตร ค. 400 มิลลิลิตร ง. 500 มิลลิลิตร	- การวิเคราะห์			
การคำนวณการเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)	50. ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 250 mL จะต้องชั่ง NaCl กี่กรัม (มวลโมเลกุล NaCl = 58.5 g/mol) ก. 7.31 กรัม ข. 14.62 กรัม ค. 29.25 กรัม ง. 58.50 กรัม	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การคำนวณการเตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (K)	51. เมื่อต้องการเจือจางสารละลาย HCl เข้มข้น 12 M ให้เป็น 3 M ปริมาตร 100 mL ควรใช้สารละลายเข้มข้นกี่มิลลิลิตร ก. 15 mL ข. 25 mL ค. 35 mL ง. 45 mL	- การวิเคราะห์			
การคำนวณการเตรียมสารละลาย	2. คำนวณการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P)	52. ต้องการเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 250 mL จากสารละลาย NaOH เข้มข้น 2 M จะต้องใช้สารละลายเข้มข้นกี่มิลลิลิตร ก. 31.25 mL ข. 62.5 mL ค. 125 mL ง. 187.5 mL	- การวิเคราะห์			
การคำนวณการเตรียมสารละลาย	2. คำนวณการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P)	53. นักเรียนต้องการเตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.2 M ปริมาตร 500 mL โดยเจือจางจากกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 98% (ความหนาแน่น 1.84 g/mL) จะต้องใช้กรดเข้มข้นกี่มิลลิลิตร ก. 2.75 mL ข. 5.43 mL ค. 7.89 mL ง. 10.25 mL	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
การคำนวณการเตรียมสารละลาย	2. คำนวณการสารละลายที่มีความเข้มข้นและปริมาตรที่ต้องการได้ (P)	54. สารละลาย A เข้มข้น 6 M ปริมาตร 300 mL ผสมกับสารละลาย B เข้มข้น 2 M ปริมาตร 200 mL จะได้สารละลายใหม่ที่มีความเข้มข้นเท่าใด ก. 3 M ข. 4 M ค. 4.4 M ง. 5 M	- การวิเคราะห์			
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ (K)	55. ข้อใดต่อไปนี้ ^{นี้} อธิบายถึงความแตกต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ถูกต้องที่สุด ก. สารละลายมีจุดเดือดสูงกว่าสารบริสุทธิ์ เนื่องจากมีการละลายของอนุภาคอื่น ๆ ในสารละลาย ข. สารบริสุทธิ์มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย เนื่องจากมีอนุภาคน้อยกว่าในสารละลาย ค. สารละลายและสารบริสุทธิ์มีจุดเดือดเท่ากันเสมอ เพราะเป็นสมบัติของสาร ง. สารละลายมีจุดเดือดต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะมีอนุภาคเพิ่มเติมในสารละลาย	- การวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ (K)	56. ข้อใดต่อไปนี้นำแสดงถึงความแตกต่างของจุดเยือกแข็งระหว่างสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ถูกต้อง ก. สารละลายมีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารบริสุทธิ์ เนื่องจากมีอนุภาคเพิ่มเติมที่ยับยั้งการตกผลึก ข. สารบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งสูงกว่าสารละลาย เพราะไม่มีอนุภาคอื่นมาขวางการตกผลึก ค. สารละลายและสารบริสุทธิ์มีจุดเยือกแข็งเท่ากันเสมอ เพราะสมบัติของสารไม่เปลี่ยนแปลง ง. สารละลายมีจุดเยือกแข็งเท่ากับสารบริสุทธิ์ เพราะการละลายของอนุภาคไม่มีผลต่อจุดเยือกแข็ง	- การวิเคราะห์			
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	2. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้ (P)	57. ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) หมายถึงอะไร ก. ค่าคงที่ที่บ่งบอกถึงความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลาย ข. ค่าคงที่ที่แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดเมื่อเติมสารละลายลงในตัวทำละลาย ค. ค่าคงที่ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของจุดเยือกแข็งเมื่อเติมสารละลายลงในตัวทำละลาย ง. ค่าคงที่ที่บ่งบอกถึงความดันไอของตัวทำละลายในอุณหภูมิห้อง	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	2. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้ (P)	<p>58. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb)</p> <p>ก. Kb คือค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับการลดลงของความหนาแน่นของตัวทำละลาย</p> <p>ข. Kb คือค่าคงที่ที่บ่งบอกถึงการเพิ่มขึ้นของจุดเยือกแข็งของสารละลาย</p> <p>ค. Kb คือค่าคงที่ที่บ่งบอกถึงการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของสารละลาย</p> <p>ง. Kb คือค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับการลดลงของความดันไอของสารละลาย</p>	- ความเข้าใจ			
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	3. คำนวณค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้ (P)	<p>59. ในห้องปฏิบัติการทดลอง มีนักเรียนต้องการหาค่าคงที่การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ของตัวทำละลายชนิดหนึ่ง โดยเตรียมสารละลายที่มีตัวถูกละลายชนิดหนึ่ง 0.5 โมล ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม พบว่าจุดเดือดของสารละลายเพิ่มขึ้นจากจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์เป็น $0.76\text{ }^{\circ}\text{C}$ คุณคิดว่าค่าคงที่การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ของตัวทำละลายนี้ควรมีค่าเท่าใด</p> <p>ก. $0.25\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$</p> <p>ข. $0.76\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$</p> <p>ค. $1.52\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$</p> <p>ง. $0.38\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$</p>	- การคิดวิเคราะห์			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดหลอมเหลวของสารละลาย)	3. คำนวณค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้ (P)	60. นักเรียนทำการทดลองการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดด้วยการละลายสารละลายชนิดหนึ่งจำนวน 1 โมลในน้ำหนักตัวทำละลาย 2 กิโลกรัม ทำให้จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าตัวทำละลายบริสุทธิ์ $0.34\text{ }^{\circ}\text{C}$ ค่าคงที่การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ของตัวทำละลายนี้มีค่าเท่าใด ก. $0.17\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$ ข. $0.68\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$ ค. $0.34\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$ ง. $0.51\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg/mol}$	- การคิดวิเคราะห์			
สมบัติบางประการของสารละลาย (เยือกแข็งของสารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ (K)	61. ข้อใดอธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ถูกต้องที่สุด ก. จุดเดือดของสารละลายต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะมีตัวถูกละลายอยู่ในสารละลาย ข. จุดเดือดของสารละลายสูงกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะมีตัวถูกละลายที่เพิ่มแรงดันไอ ค. จุดเดือดของสารละลายเท่ากับสารบริสุทธิ์ เพราะสารละลายยังคงมีสถานะเดียวกับสารบริสุทธิ์ ง. จุดเดือดของสารละลายจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิแวดล้อมโดยไม่เกี่ยวกับปริมาณตัวถูกละลาย	- ความเข้าใจ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย)	1. อธิบายความแตกต่างระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ได้ (K)	62. เพราะเหตุใดจุดเยือกแข็งของสารละลายจึงต่างจากจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์ ก. จุดเยือกแข็งของสารละลายสูงกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะตัวถูกละลายจะทำให้โครงสร้างของแข็งแข็งแรงขึ้น ข. จุดเยือกแข็งของสารละลายต่ำกว่าสารบริสุทธิ์ เพราะตัวถูกละลายขัดขวางการเกิดโครงสร้างของแข็ง ค. จุดเยือกแข็งของสารละลายและสารบริสุทธิ์ไม่แตกต่างกัน เพราะทั้งคู่มีสถานะของแข็งที่อุณหภูมิเดียวกัน ง. จุดเยือกแข็งของสารละลายขึ้นอยู่กับปริมาณตัวถูกละลาย แต่ไม่เกี่ยวกับชนิดของตัวทำละลาย	- ความเข้าใจ			
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย)	2. บอกความหมายของค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้	63. ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) หมายถึงอะไร ก. ค่าแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย ข. ค่าแสดงถึงความสามารถในการหลอมของสารละลาย ค. ค่าแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของจุดเยือกแข็งต่อหน่วยความเข้มข้น ง. ค่าแสดงถึงความดันไอที่ลดลงของสารละลาย	- ความรู้ความจำ			
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย)	2. บอกความหมายของค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้	64. ค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) มีหน่วยเป็นอะไร ก. °C·g/mol ข. °C·kg/mol ค. °C/mol ง. °C·mol/kg	- ความรู้ความจำ			

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรม	ระดับความสอดคล้อง		
				+1	0	-1
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย)	3. คำนวณค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้(P)	65. เมื่อนำสาร A จำนวน 0.5 mol ละลายในน้ำ 1 kg พบว่าจุดเยือกแข็งของสารละลายลดลง 3 °C จงหาค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ของน้ำ ก. 6 °C·kg/mol ข. 3 °C·kg/mol ค. 2 °C·kg/mol ง. 1 °C·kg/mol	- การวิเคราะห์			
สมบัติบางประการของสารละลาย (จุดเยือกแข็งของสารละลาย)	3. คำนวณค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้(P)	66. สารละลายของสาร B ในเบนซีนมี molality เท่ากับ 1.2 mol/kg ทำให้จุดเยือกแข็งของสารละลายลดลง 6 °C จงหาค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ของเบนซีน ก. 7 °C·kg/mol ข. 6 °C·kg/mol ค. 5 °C·kg/mol ง. 4 °C·kg/mol	- การวิเคราะห์			

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

พูน ปณ ทิโต ชีเว

แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 แผนการจัดการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

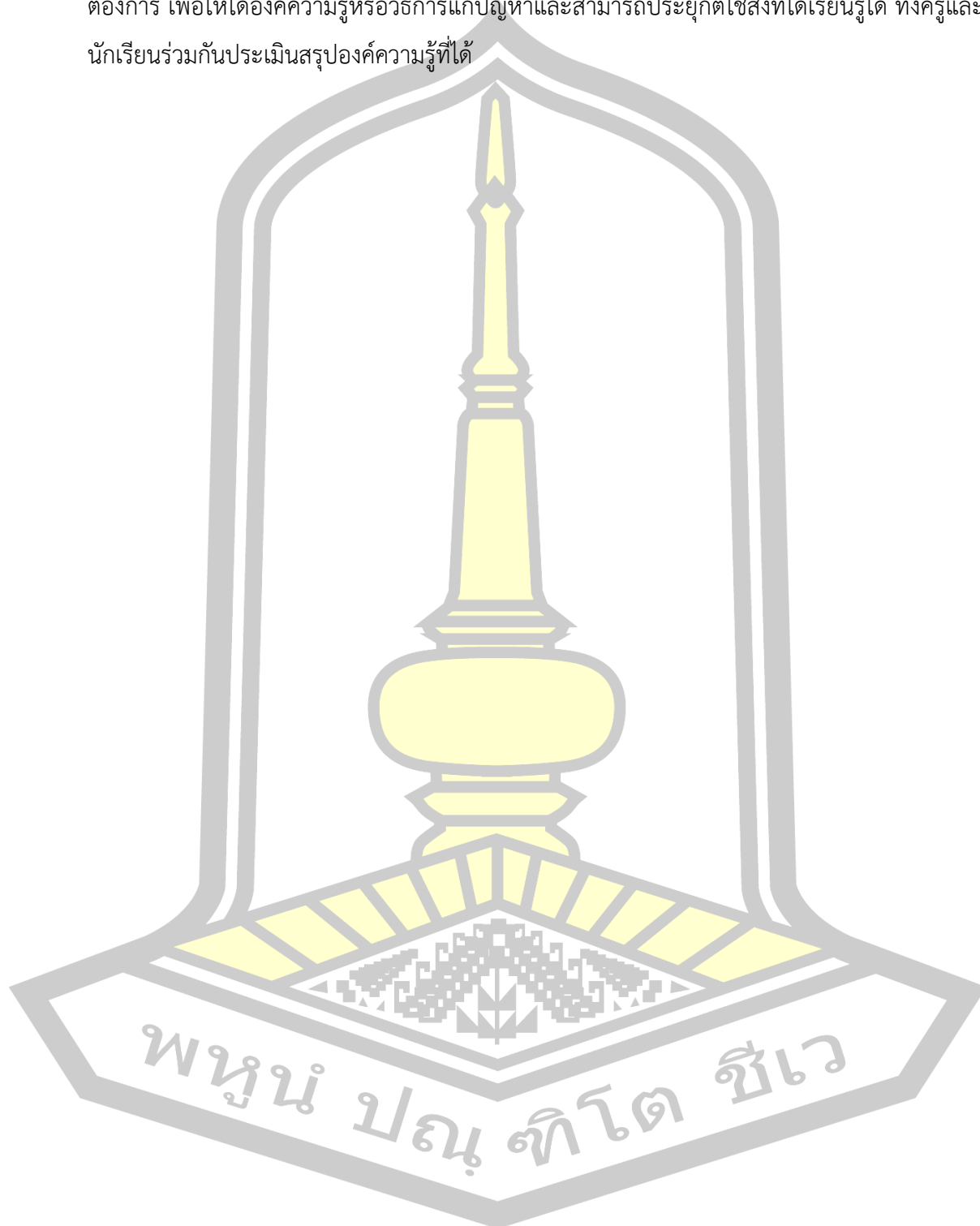
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ มีพื้นฐานจากทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยปรากฏการณ์ที่นำมาศึกษาจะเป็นปรากฏการณ์ที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและรอบๆตัวของนักเรียน โดยจะนำปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่พบมาเป็นตัวกลางในการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลที่ส่งผลที่ทำให้เหตุปรากฏการณ์ที่พบเห็น โดยประกอบด้วย 4 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์ หมายถึง นักเรียนจะได้ร่วมกันสังเกตปรากฏการณ์รอบๆตัวหรือจากสื่อรูปธรรมที่ครูได้นำเสนอ เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษาปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์นั้นๆ

ชั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา หมายถึง การศึกษาร่วมกันภายในกลุ่มจากการตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่สนใจ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อตั้งคำถามให้ครอบคลุมปรากฏการณ์ที่ศึกษา โดยครูเป็นผู้คอยแนะนำและกระตุ้นนักเรียน

ชั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มร่วมกันลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา โดยในการทดลองได้ใช้สื่อรูปธรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ได้แก่ สื่อที่มาจากธรรมชาติหรือที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น เปลือก ไม้ ผลไม้ น้ำตาล เป็นต้น และสื่อที่มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องหรือการให้นักเรียนทำ Lab Online

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ หมายถึง นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ สรุปในแบบที่ตัวเองต้องการ เพื่อให้ได้องค์ความรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ได้ ทั้งครูและนักเรียนร่วมกันประเมินสรุปองค์ความรู้ที่ได้



แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ ... เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม (Phenomenon-
base learning with Concrete Model)
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปรากฏการณ์
เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม (Phenomenon-base learning with Concrete Model) ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

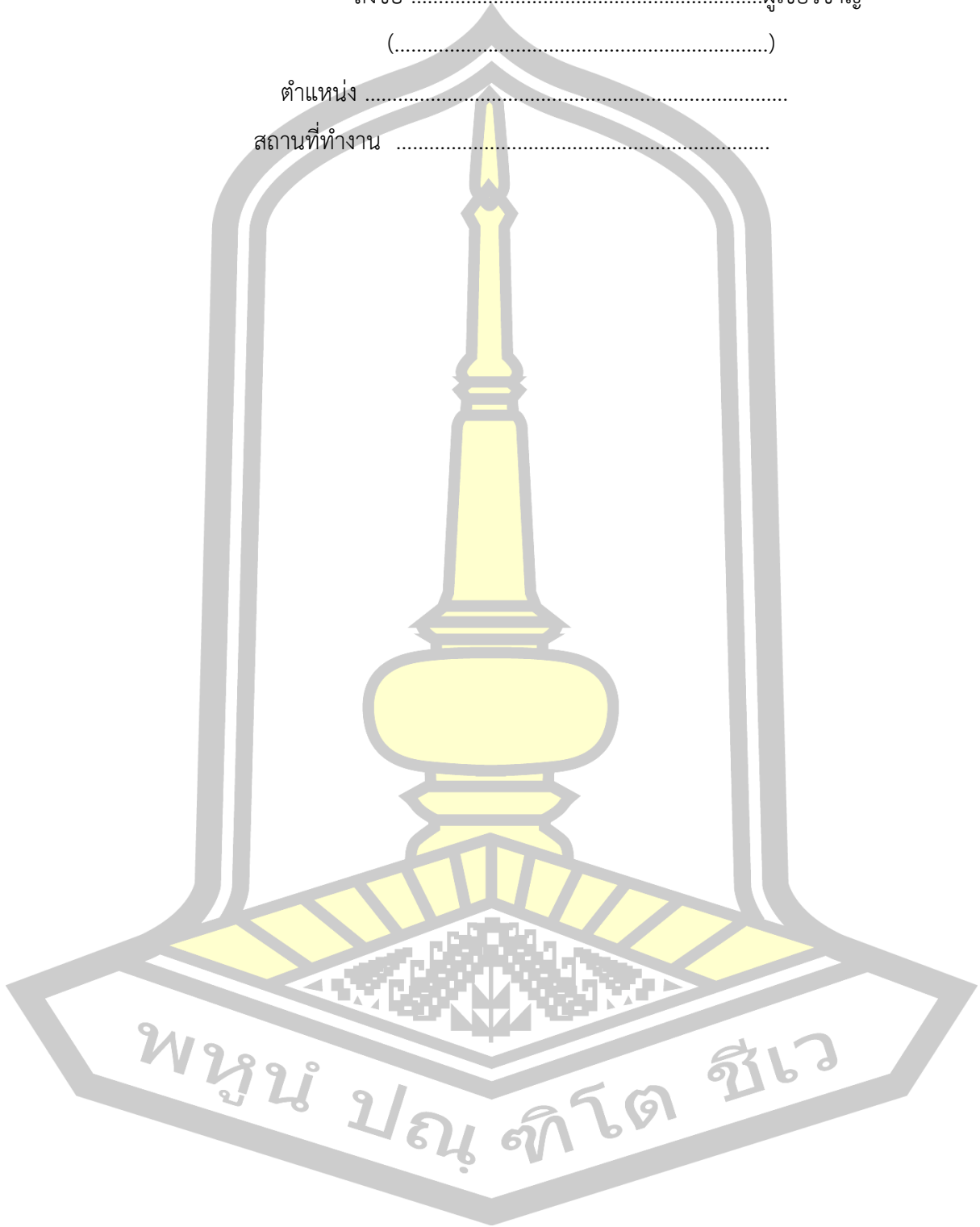
ข้อ ที่	รายการ	ความเหมาะสม				
		มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความ เชื่อมโยงกัน					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด					
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินได้					
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม					
	4.1 ชั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์					
	4.2 ชั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา					
	4.3 ชั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ					
	4.4 ชั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ					
5	สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้					
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินมีความ สอดคล้องกัน					
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม					
9	เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม					
10	แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้จริง					

ลงชื่อผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในเชิงบวกของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน อันเป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ และความคาดหวังของผู้เรียน จำนวน 12 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านโดยใส่เครื่องหมาย (/) ลงในช่อง
 ผลการพิจารณาพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุง
 ต่อไป
 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้
 ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
 ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
 ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

นิยามศัพท์เฉพาะ	หัวข้อประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในเชิงบวกของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอนอันเป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ และความคาดหวังของผู้เรียน จำนวน 12 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5	1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากข้อมูลที่ให้ได้			
	2. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้			
	3. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองได้			
	4. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น			
	5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน			
	6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้			
	7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี			
	8. นักเรียนชอบรูปแบบและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน			
	9. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้			

นิยามศัพท์เฉพาะ	หัวข้อประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
		+1	0	-1
ระดับ	10. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย			
	11. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม			
	12. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่สอนอย่างถ่องแท้			
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในเชิงบวกของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน อันเป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการ ความสนใจ และความคาดหวังของผู้เรียน จำนวน 12 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ	13. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ			
	14. นักเรียนคิดว่าครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม			

ข้อเสนอแนะ

.....

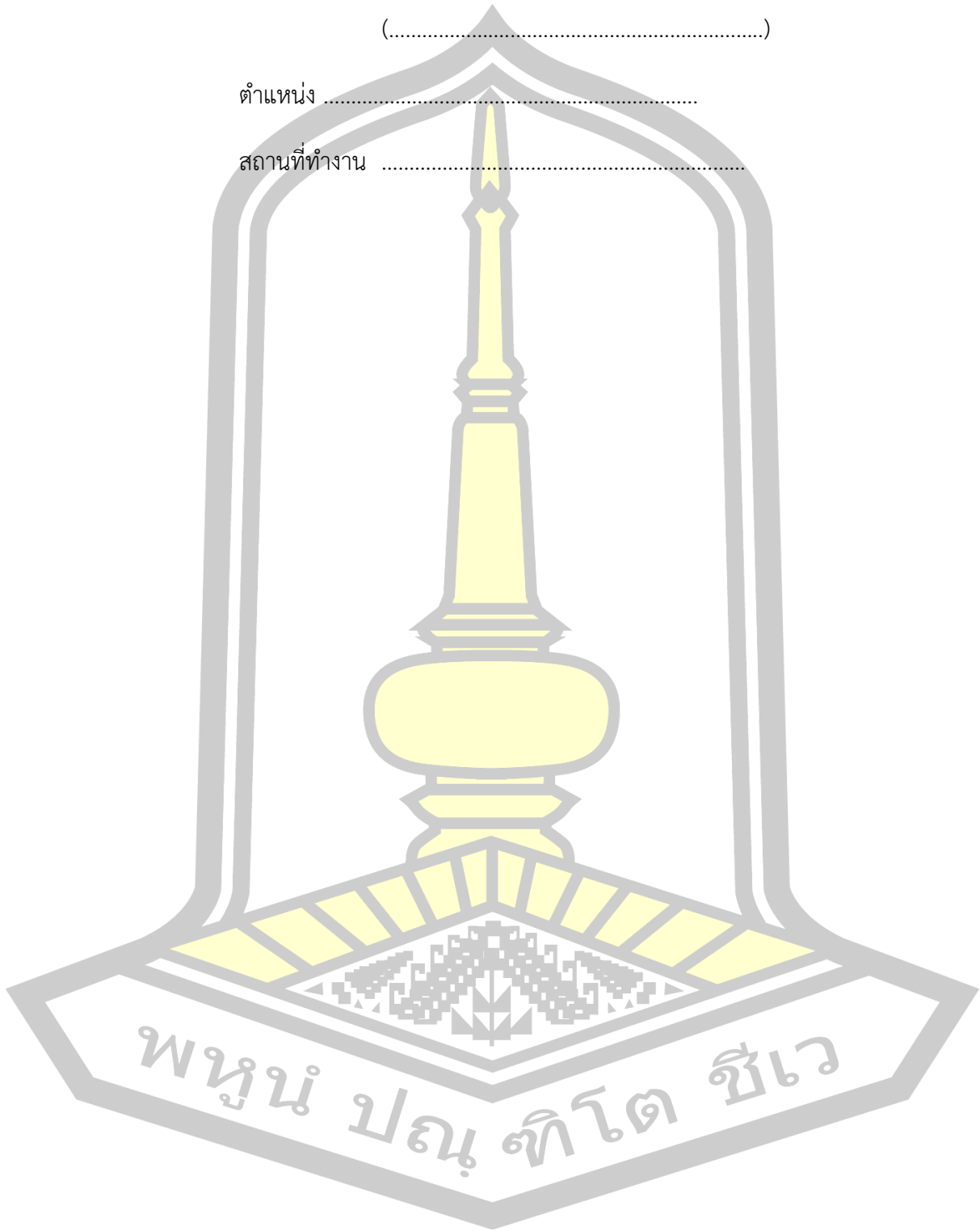
.....

ลงชื่อผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นเพื่อนำผลการประเมินไปวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิง เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลของปรากฏการณ์ในธรรมชาติ จากการสังเกตและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างข้อสรุปที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถอธิบายได้ในรูปแบบของหลักการหรือทฤษฎี การศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ศึกษาตามรูปแบบของ Lawson 2009 สรุปเป็น 4 ประเภทดังนี้

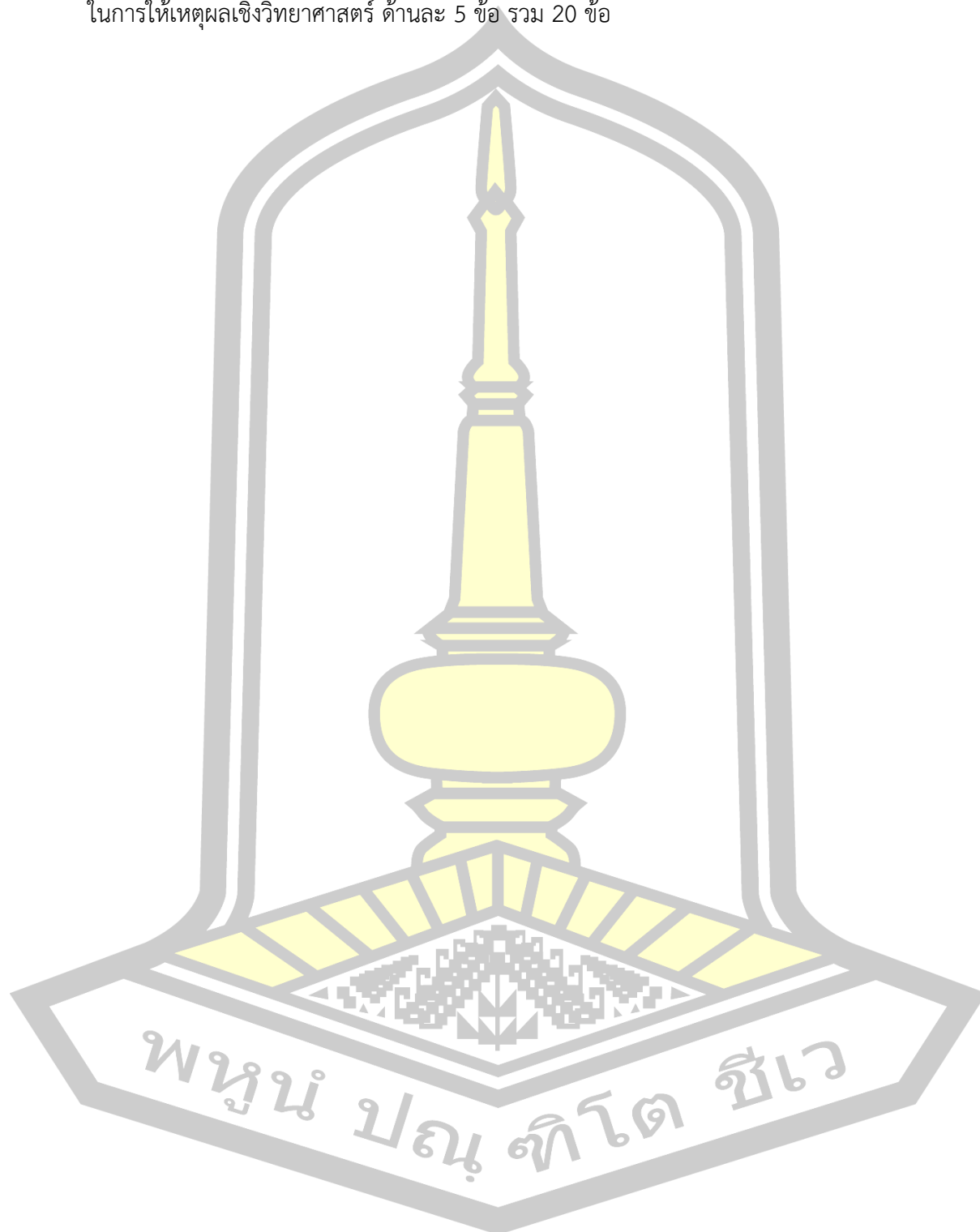
1. การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน (Abduction) เป็นการสร้างสมมติฐานเพื่ออธิบายเหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น นักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือคาดคะเนเมื่อพบคำถามหรือปัญหา ใช้แบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Retroduction) เป็นการสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานที่มีมาก่อนหน้านี้ นักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีอยู่โดยใช้ความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่ ใช้แบบวัดเป็นอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) เป็นการสร้างคำพยากรณ์หรือการคาดคะเนต่อการเก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อยืนยันสมมติฐาน นักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุว่าข้อมูลที่สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือ ใช้แบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction) เป็นการเปรียบเทียบคำพยากรณ์หรือการคาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป นักเรียนต้องสามารถประเมินข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม ใช้แบบวัดเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ

ในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ วัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อรูปธรรม
เรื่อง สารละลาย วิชา เคมี2 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา เคมี2 เรื่อง สารละลาย ว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและสอดคล้องกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง ผลการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ
- 1 หมายถึง แนใจว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ

มาตรฐานการเรียนรู้

เข้าใจหลักการทำ ในเมื่อปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบาย ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย เป็นการสร้าง สมมติฐานเพื่ออธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น	1. ถ้านักเรียนเติมน้ำลงในสารละลายเกลือ ความเข้มข้นของ สารละลายจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ก. เพิ่มขึ้น ข. ลดลง ค. ไม่เปลี่ยนแปลง ง. เปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือ				
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย เป็นการสร้าง สมมติฐานเพื่ออธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น	2. สมมติว่านักเรียนมีสารละลายน้ำตาล 10% โดยมวล จำนวน 100 กรัม ถ้าต้องการเพิ่มความเข้มข้นเป็น 20% โดยมวล โดยไม่เพิ่มปริมาณน้ำ ควรทำอย่างไร ก. เติมน้ำตาล 10 กรัม ข. เติมน้ำตาล 20 กรัม ค. เติมน้ำตาล 11.11 กรัม				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	ง. เติมน้ำตาล 25 กรัม				
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย เป็นการสร้าง สมมติฐานเพื่ออธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น	3. ถ้าเรามีสารละลาย A ความเข้มข้น 1 โมลาร์ และ สารละลาย B ความเข้มข้น 2 โมลาร์ เมื่อนำมาผสมกันใน อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร ความเข้มข้นของสารละลาย ผสมจะเป็นเท่าใด ก. 0.5 โมลาร์ ข. 1 โมลาร์ ค. 1.5 โมลาร์ ง. 2 โมลาร์				
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย	4. สมมติว่าเรามีสารละลายกรด HCl เข้มข้น 37% โดยมวล ความหนาแน่น 1.19 g/mL ถ้าต้องการเตรียมสารละลาย HCl 0.1 M ปริมาตร 1 ลิตร ควรใช้สารละลายเข้มข้น ปริมาตรเท่าใด? ก. 8.2 mL ข. 10.3 mL ค. 12.1 mL ง. 15.6 mL				
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย เป็นการสร้าง สมมติฐานเพื่ออธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น	5. ถ้าเราต้องการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.5 โม ลาล จากสาร X ที่มีมวลโมเลกุล 100 g/mol ในน้ำ 500 g เราควรใช้สาร X ปริมาณเท่าใด? ก. 15 g ข. 25 g ค. 50 g ง. 100 g				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย เป็นการสร้าง สมมติฐานเพื่ออธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น	<p>6. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายน้ำเกลือเข้มข้น 3% โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ข้อใดเป็นขั้นตอนการเตรียมสารละลายที่ถูกต้องและปลอดภัยที่สุด</p> <p>ก. ชั่งเกลือ 15 กรัม ใส่ในปิកเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน</p> <p>ข. ชั่งเกลือ 15 กรัม ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร</p> <p>ค. ชั่งเกลือ 1.5 กรัม ใส่ในปิกเกอร์ แล้วเติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน</p> <p>ง. ชั่งเกลือ 150 กรัม ละลายในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรในขวดวัดปริมาตร</p>				
การให้เหตุผลแบบสมมติ นัย เป็นการสร้าง สมมติฐานเพื่ออธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้น	<p>7. ถ้านักเรียนมีสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 6 โมลาร์ และต้องการเตรียมสารละลาย HCl เข้มข้น 0.5 โมลาร์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ข้อใดเป็นลำดับขั้นตอนการเตรียมที่ถูกต้องและปลอดภัยที่สุด</p> <p>ก. ตวงสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตร เทลงในน้ำกลั่น 229.2 มิลลิลิตรในปิกเกอร์</p> <p>ข. ตวงน้ำกลั่น 229.2 มิลลิลิตรใส่ในปิกเกอร์ แล้วเติมสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตร</p> <p>ค. ตวงสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตรใส่ในขวดวัดปริมาตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร</p> <p>ง. ตวงน้ำกลั่นใส่ในขวดวัดปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย HCl เข้มข้น 20.8 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร</p>				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	8. สารละลายมีความเข้มข้น 1 โมลาร์ จะมีตัวถูกละลาย 1 โมลในสารละลาย 1 ลิตร สารละลาย A มีความเข้มข้น 1 โมลาร์ ดังนั้น สารละลาย A หมายถึง ก. ตัวถูกละลาย 1 กรัมในสารละลาย 1 ลิตร ข. ตัวถูกละลาย 1 โมลในสารละลาย 1 ลิตร ค. ตัวถูกละลาย 1 กรัมในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม ง. ตัวถูกละลาย 1 โมลในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม				
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	9. สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจะมีจุดเดือดสูงกว่า สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า (เมื่อเป็นสารละลายของ ตัวถูกละลายชนิดเดียวกัน) สารละลาย X มีความเข้มข้น 20% โดยมวล สารละลาย Y มีความเข้มข้น 10% โดยมวล จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ก. สารละลาย X มีจุดเดือดต่ำกว่าสารละลาย Y ข. สารละลาย X มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย Y ค. สารละลาย X และ Y มีจุดเดือดเท่ากัน ง. ไม่สามารถสรุปได้ เพราะไม่ทราบชนิดของตัวถูกละลาย				
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	10. สารละลายที่มีความเข้มข้นเท่ากันจะมีจำนวนโมลของ ตัวถูกละลายเท่ากันในปริมาตรที่เท่ากัน สารละลาย P และ Q มีความเข้มข้น 0.5 โมลาร์เท่ากัน ถ้านำสารละลาย P ปริมาตร 100 mL มาเจือจางเป็น 200 mL จะได้สารละลาย R เมื่อเปรียบเทียบจำนวนโมลของตัวถูกละลายใน 100 mL ของแต่ละสารละลาย จะได้ว่า ก. $P = Q > R$ ข. $P = Q = R$ ค. $P > Q = R$ ง. $P = Q < R$				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	11. ความเข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (%w/v) คือ มวลของตัวถูกละลาย (g) ในสารละลาย 100 mL สารละลายกลูโคส A มีความเข้มข้น 5% w/v ถ้าต้องการเตรียมสารละลายนี้ปริมาตร 250 mL จะต้อง ใช้กลูโคสกี่กรัม ก. 5 กรัม ข. 12.5 กรัม ค. 20 กรัม ง. 25 กรัม				
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	12. ในสารละลายเจือจางมาก ๆ ค่าความเข้มข้นโมลาร์ (M) และโมลาล (m) จะมีค่าใกล้เคียงกันมาก และสารละลาย NaCl มีความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ สารละลายนี้จะมี เข้มข้นโมลาร์ ก. 0.001 m ข. 0.01 m ค. 0.1 m ง. 1 m				
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	13. สารละลายอิมัตวคือสารละลายที่ไม่สามารถละลายตัว ถูกละลายได้อีกที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ถ้าสารละลาย B เป็น สารละลายอิมัตวที่ 25°C เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 30°C สารละลาย B จะเป็นอย่างไร ก. ยังคงเป็นสารละลายอิมัตว ข. กลายเป็นสารละลายไม่อิมัตว ค. กลายเป็นสารละลายอิมัตวที่ยาวด ง. ไม่สามารถสรุปได้ เพราะไม่ทราบชนิดของตัวถูกละ ลาย				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการสร้างคำพยากรณ์ หรือการคาดคะเนต่อการ เก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อ ยืนยันสมมติฐาน	14. โมลาริตีของสารละลาย (Molarity, M) = จำนวนโมล ของตัวถูกละลาย / ปริมาตรของสารละลายเป็นลิตร สารละลายกรด HCl เข้มข้น 12 M ปริมาตร 100 mL ถ้า ต้องการเจือจางให้ได้สารละลาย HCl เข้มข้น 0.5 M จะต้อง เติมน้ำจนได้ปริมาตรรวมเป็นเท่าใด ก. 600 mL ข. 1200 mL ค. 2400 mL ง. 3600 mL				
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบคำ พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	15. จากการทดลอง พบว่า - สารละลาย NaCl 0.1 M มีจุดเยือกแข็ง -0.186°C - สารละลาย NaCl 0.2 M มีจุดเยือกแข็ง -0.372°C - สารละลาย NaCl 0.3 M มีจุดเยือกแข็ง -0.558°C จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า ก. จุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl ไม่ขึ้นกับความเข้มข้น ข. จุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl ลดลงเป็นสัดส่วน โดยตรงกับความเข้มข้น ค. จุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วน โดยตรงกับความเข้มข้น ง. จุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl เปลี่ยนแปลงแบบไม่ เป็นเชิงเส้นกับความเข้มข้น				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบคำ พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	<p>16. นักเรียนทำการทดลองละลายน้ำตาลในน้ำที่อุณหภูมิ ต่างๆ และได้ผลดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ที่ 20°C ละลายได้ 67 g / 100 mL น้ำ - ที่ 40°C ละลายได้ 76 g / 100 mL น้ำ - ที่ 60°C ละลายได้ 86 g / 100 mL น้ำ - ที่ 80°C ละลายได้ 97 g / 100 mL น้ำ <p>จากข้อมูลนี้ สามารถคาดการณ์การละลายของน้ำตาลที่ 100°C ได้ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ก. ประมาณ 100 g / 100 mL น้ำ ข. ประมาณ 107 g / 100 mL น้ำ ค. ประมาณ 114 g / 100 mL น้ำ ง. ไม่สามารถคาดการณ์ได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ 				
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบคำ พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	<p>17. จากการทดลองวัดค่า pH ของสารละลายกรดอ่อน HA ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ได้ผลดังนี้:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0.1 M: pH = 2.9 - 0.01 M: pH = 3.4 - 0.001 M: pH = 3.9 <p>จากข้อมูลนี้ สามารถคาดการณ์ค่า pH ของสารละลาย HA ที่มีความเข้มข้น 0.0001 M ได้ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ก. 4.4 ข. 4.9 ค. 5.4 ง. 5.9 				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบคำ พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	<p>18. นักเรียนทำการทดลองวัดจุดเดือดของสารละลาย น้ำตาลที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้ผลดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - น้ำบริสุทธิ์: 100°C - 5% โดยมวล: 100.3°C - 10% โดยมวล: 100.5°C - 15% โดยมวล: 100.8°C <p>จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า</p> <p>ก. จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลไม่ขึ้นกับความเข้มข้น</p> <p>ข. จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วน โดยตรงกับความเข้มข้น</p> <p>ค. จุดเดือดของสารละลายน้ำตาลเพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเชิง เส้นกับความเข้มข้น</p> <p>ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ</p>				
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบคำ พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	<p>19. จากการทดลองวัดความดันออสโมติกของสารละลาย กลูโคสที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่อุณหภูมิคงที่ ได้ผลดังนี้:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0.1 M: 2.4 atm - 0.2 M: 4.8 atm - 0.3 M: 7.2 atm <p>จากข้อมูลนี้ สามารถคาดการณ์ความดันออสโมติกของ สารละลายกลูโคส 0.5 M ได้ว่า</p> <p>ก. 9.6 atm</p> <p>ข. 10.8 atm</p> <p>ค. 12.0 atm</p> <p>ง. 14.4 atm</p>				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบค่า พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	<p>20. นักเรียนทำการทดลองวัดการนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl ที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้ผลดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0.01 M: 0.12 S/m - 0.05 M: 0.59 S/m - 0.10 M: 1.17 S/m - 0.50 M: 5.55 S/m <p>จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ก. การนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้น ข. การนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นแบบเอกซ์โพเนนเชียลกับความเข้มข้น ค. การนำไฟฟ้าของสารละลาย NaCl เพิ่มขึ้นแบบไม่เป็นเชิงเส้นกับความเข้มข้น ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ 				
การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการเปรียบเทียบค่า พยากรณ์หรือการ คาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ ได้ เพื่อนำไปใช้ในการ สร้างข้อสรุป	<p>21. จากการทดลองวัดค่าการลดลงของจุดเยือกแข็ง (ΔT_f) ของสารละลายที่มีตัวถูกละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นโมลาลเท่ากันที่ 0.1 m ได้ผลดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - สารละลาย NaCl: $\Delta T_f = 0.372^\circ\text{C}$ - สารละลายกลูโคส: $\Delta T_f = 0.186^\circ\text{C}$ - สารละลาย CaCl_2: $\Delta T_f = 0.558^\circ\text{C}$ <p>จากข้อมูลนี้ สามารถสรุปได้ว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ก. การลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับมวลโมเลกุลของตัวถูกละลาย ข. การลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับจำนวนอนุภาคที่แตกตัวในสารละลาย ค. การลดลงของจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของสารละลาย ง. ไม่สามารถสรุปได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ 				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>22. นักเรียนมีสารละลาย A และสารละลาย B ที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่างกัน โดยสารละลาย A มีความเข้มข้น 0.5 M และสารละลาย B มีความเข้มข้น 1.0 M จงอธิบายว่าความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อสมบัติต่างๆของสารละลายอย่างไรบ้าง เฉลย : ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อสมบัติของสารละลาย</p> <p>- จุดเดือด: สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น เช่น สารละลาย B จะมีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย A เนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายทำให้แรงดึงดูดระหว่างอนุภาคของตัวทำละลายและตัวถูกละลายเพิ่มขึ้น ทำให้ต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ</p> <p>- จุดเยือกแข็ง: สารละลายที่มีความเข้มข้นสูง เช่น สารละลาย B จะมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าสารละลาย A เนื่องจากตัวถูกละลายขัดขวางการจัดเรียงตัวของโมเลกุลของตัวทำละลายในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง ทำให้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงเยือกแข็งยากกว่า</p> <p>(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนดังแนบท้าย)</p>				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>23. ให้นักเรียนคำนวณหามวลของ NaCl (g) ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลาย NaCl 2.0 M ปริมาตร 500 mL และอธิบายความหมายของความเข้มข้น 2.0 M ว่าหมายถึงอะไร</p> <p>เฉลย</p> <p>สูตรในการคำนวณหามวลของสารคือ: $\text{Molarity (M)} = \frac{\text{moles of solute}}{\text{volume of solution in liters}}$</p> <p>จากโจทย์ $M = 2.0M$, ปริมาตร = 500 mL = 0.5 L ดังนั้น: $\text{Moles of NaCl} = M \times V = 2.0 \times 0.5 = 1.0 \text{ moles}$</p> <p>น้ำหนักของ NaCl (Na = 23 g/mol, Cl = 35.5 g/mol): $\text{Molar mass of NaCl} = 23 + 35.5 = 58.5 \text{ g/mol}$</p> <p>ดังนั้น: $\text{Mass of NaCl} = 1.0 \times 58.5 = 58.5 \text{ g}$</p> <p>ความเข้มข้น 2.0 M หมายความว่าในสารละลาย 1 ลิตรจะมีตัวถูกละลาย NaCl 2 โมล</p> <p>(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนดังแนบท้าย)</p>				
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>24. จงอธิบายว่าทำไมสารละลายเกลือแกง (NaCl) ที่มีความเข้มข้นสูงกว่าจึงมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า</p> <p>เฉลย : การนำไฟฟ้าของสารละลายขึ้นอยู่กับจำนวนของไอออนในสารละลาย สารละลาย NaCl เมื่อถูกละลายในน้ำจะแตกตัวเป็นไอออน Na^+ และ Cl^- ยิ่งมีความเข้มข้นของ NaCl สูง จำนวนไอออนที่เกิดจากการแตกตัวในสารละลายก็จะยิ่งมากขึ้น ซึ่งไอออนเหล่านี้เป็นตัวนำพาประจุไฟฟ้าในสารละลาย ทำให้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงมีการนำไฟฟ้าได้ดีกว่า</p> <p>(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนดังแนบท้าย)</p>				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>25. ถ้านักเรียนต้องการเจือจางสารละลาย HCl 6.0 M ปริมาตร 200 mL ให้ได้สารละลาย HCl 1.0 M จงคำนวณปริมาตรของน้ำที่ต้องเติมเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ และอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายเมื่อเจือจาง</p> <p>เฉลย: ใช้สูตรการเจือจาง $M_1V_1 = M_2V_2$: $M_1 = 6.0M, V_1 = 200mL, M_2 = 1.0M, V_2 = ?$</p> $6.0 \times 200 = 1.0 \times V_2$ $V_2 = \frac{6.0 \times 200}{1.0} = 1200 \text{ mL}$ <p>ปริมาตรของน้ำที่ต้องเติมคือ $1200 - 200 = 1000 \text{ mL}$</p> <p>การเจือจางคือการเพิ่มปริมาตรของตัวทำละลาย (น้ำ) เพื่อให้จำนวนโมลของตัวถูกละลายในปริมาตรเดียวกัน ลดลง ส่งผลให้ความเข้มข้นลดลงตาม</p> <p>(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนดังแนบท้าย)</p>				
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>26. ถ้าสารละลาย X และ Y มีความเข้มข้นต่างกัน อธิบายว่าทำไมการเจือจางสารละลาย X ที่มีความเข้มข้นสูงจึงใช้ปริมาณตัวทำละลายมากกว่าในการทำให้ได้ความเข้มข้นเท่ากับสารละลาย Y ที่มีความเข้มข้นต่ำ</p> <p>เฉลย : สารละลาย X ที่มีความเข้มข้นสูงจะมีจำนวนโมลของตัวถูกละลายมากกว่าในปริมาตรเท่ากับสารละลาย Y ที่มีความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นเพื่อให้ได้ความเข้มข้นของสารละลาย X ลดลงจนเท่ากับสารละลาย Y จะต้องเติมตัวทำละลาย (น้ำ) ในปริมาณมากขึ้นเพื่อลดความหนาแน่นของโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย X ให้เท่ากับ Y</p> <p>(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนดังแนบท้าย)</p>				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>27. อธิบายการคำนวณปริมาณของสารละลาย HCl ที่มี ความเข้มข้น 0.1 M ซึ่งต้องใช้ในการทำปฏิกิริยากับ NaOH 0.2 M ปริมาตร 50 mL เพื่อทำให้เกิดการเป็นกลางทางเคมี (Neutralization)</p> <p>เฉลย: สมการเคมี: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>ปฏิกิริยาเป็นกลางคือ 1 โมลของ HCl ทำปฏิกิริยากับ 1 โมลของ NaOH</p> <p>ใช้สูตร:</p> $M_1 V_1 = M_2 V_2$ <p>โดย $M_1 = 0.1M$, $V_1 = ?$, $M_2 = 0.2M$, $V_2 = 50 \text{ mL}$</p> $0.1 \times V_1 = 0.2 \times 50$ $V_1 = \frac{0.2 \times 50}{0.1} = 100 \text{ mL}$ <p>ปริมาณสารละลาย HCl ที่ต้องใช้คือ 100 mL</p> <p>(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนตั้ง แบบท้าย)</p>				
การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการสร้างคำอธิบายต่อ สมมติฐานที่มีมาก่อนหน้า นี้	<p>28. จงอธิบายว่าการเพิ่มตัวถูกละลาย (solute) ลงใน สารละลายจะมีผลต่อสมบัติของสารละลายอย่างไร โดยอ้าง ถึงสมบัติ เช่น ความดันไอ (vapor pressure) และการแพร่ (diffusion)</p> <p>เฉลย : - ความดันไอ (Vapor Pressure): การเพิ่มตัวถูกละ ลายในสารละลายจะทำให้ความดันไอลดลง เนื่องจากตัว ถูกละลายจะขัดขวางการหลบหนีของโมเลกุลของตัวทำ ละลายออกสู่บรรยากาศ ดังนั้นความดันไอของสารละลาย จะต่ำกว่าความดันไอของตัวทำละลายบริสุทธิ์</p> <p>- การแพร่ (Diffusion): การแพร่ของตัวถูกละลายใน สารละลายจะช้าลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มจำนวนโมเลกุลของตัวถูกละลายจะเพิ่ม การชนกันระหว่างโมเลกุลในสารละลาย ส่งผลให้การ เคลื่อนที่ของอนุภาคมีประสิทธิภาพน้อยลง</p>				

นิยามศัพท์เฉพาะ ความสามารถในการให้ เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบ	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	(การให้คะแนนเป็นแบบ rubric score เกณฑ์คะแนนตั้ง แบบท้าย)				

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลแบบอธิบาย

ระดับคะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
4 (ดีมาก)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้อย่างชัดเจน
3 (ดี)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ชัดเจน
2 (พอใช้)	นักเรียนสามารถเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียดและถูกต้อง สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ชัดเจน
1 (ปรับปรุง)	นักเรียนไม่เขียนสูตร แทนค่าถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ละเอียด สรุปผลถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ชัดเจน
0 (ไม่มีความพยายาม)	นักเรียนไม่เขียนตอบ หรือ แทนค่าไม่ถูกต้อง แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง สรุปผลไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลตามทฤษฎีได้ไม่ถูกต้อง

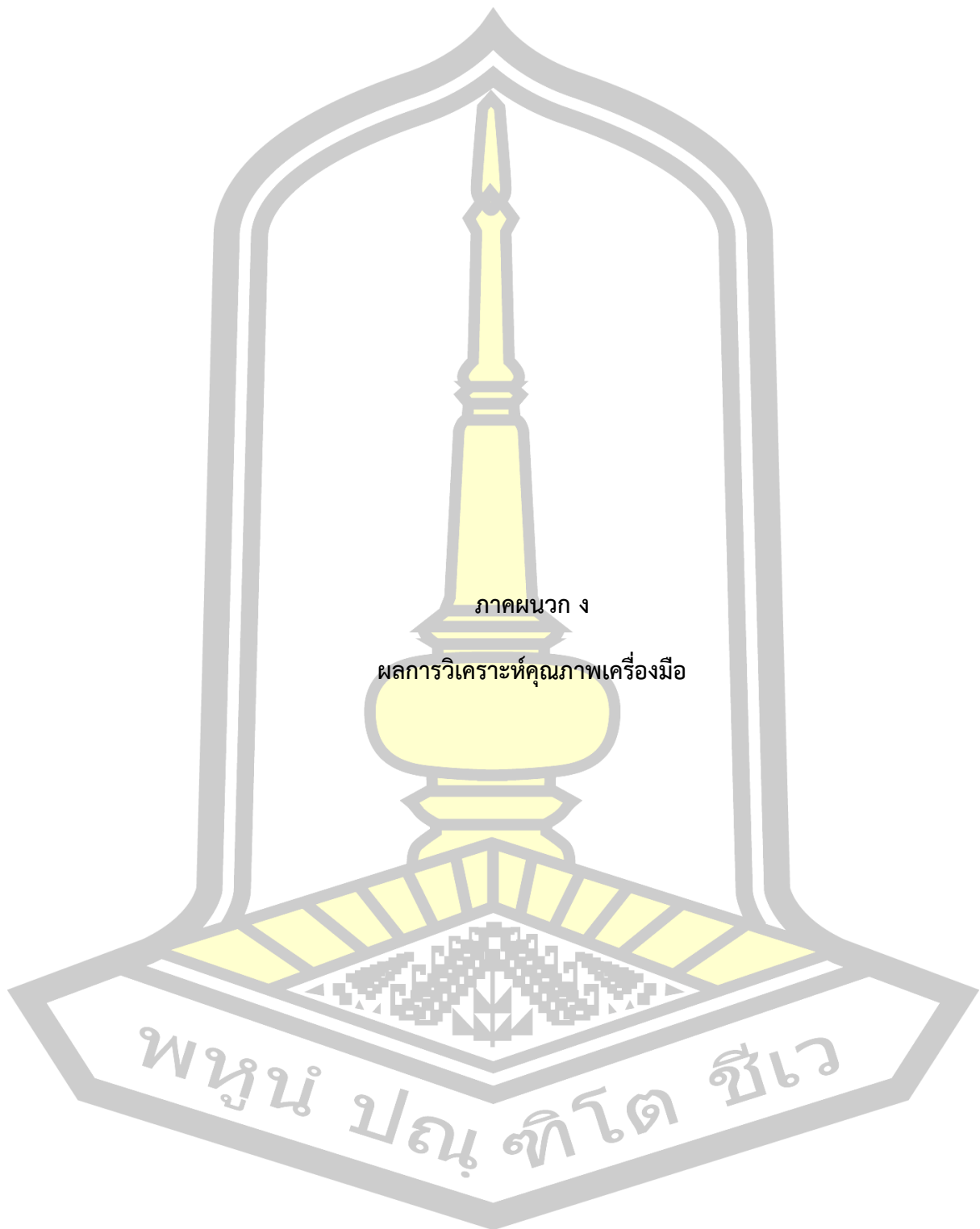
เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

- ผู้ผ่านเกณฑ์การประเมิน จะต้องได้คะแนน 14 คะแนน จากทั้งหมด 20 คะแนน

ลงชื่อผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง



ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ได้จากค่าเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีผลดังตาราง

ข้อที่	รายการ	แผนการจัดการเรียนรู้					
		1	2	3	4	5	6
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.2	4.4	4.4	4.4	4.4	4.2
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินได้	4	4.2	4	4	4	4
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง						
	4.1 ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์	3.6	4	4.2	4.2	4.2	3.8
	4.2 ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา	3.8	3.8	4	4.2	3.8	3.6
	4.3 ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ	4	4	4.2	4.2	4	3.8
	4.4 ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ	3.8	4	4.2	4	4	3.8
5	สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.8	4	4.2	4.2	4.2	3.8
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	3.8	4	4	4	4	3.8
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกัน	4	4	4.2	4.2	4	4
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม	4	4	4	4	4	4
9	เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	4	4	4.2	4.2	4.2	4
10	แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปใช้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	4.2	4.2	4.2	4

เฉลี่ย	3.97	4.08	4.18	4.18	4.12	3.95
--------	------	------	------	------	------	------

ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ได้จากค่าเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีผลดังตาราง

ข้อที่	รายการ	แผนการจัดการเรียนรู้					
		7	8	9	10	11	12
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.3	4.4	4.4	4.4	4.2	4.4
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินได้	4.0	4	4	4	4	4
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง						
	4.1 ขั้นที่ 1 สังเกตปรากฏการณ์	4.0	4	4	3.8	3.8	3.8
	4.2 ขั้นที่ 2 ตั้งคำถามหรือปัญหา	3.8	3.8	3.8	4	4	4
	4.3 ขั้นที่ 3 ลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ	4.0	4	4	4	4	4
	4.4 ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ	4.0	4	4	4	4	4
5	สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.0	4	4	4	4	4
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.0	4	4	4	4	4
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกัน	4.0	4	4	4	4	4
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม	4.0	4	4	4	4	4
9	เกณฑ์การประเมินผลมีความเหมาะสม	4.0	4	4	4	4	4

10	แผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้กับ ผู้เรียนได้จริง	4.0	4	4	4	4	4
เฉลี่ย		4.04	4.06	4.06	4.06	4.05	4.06



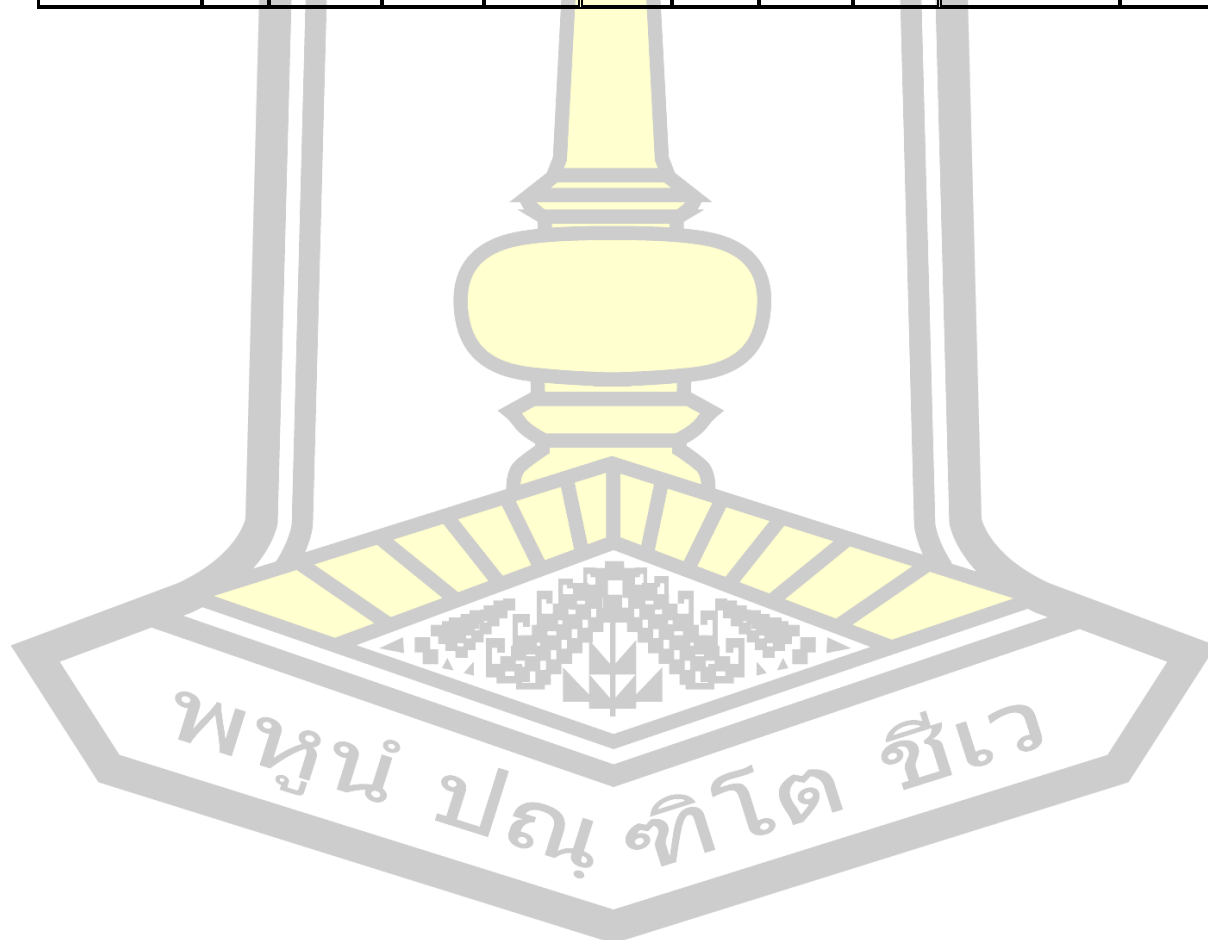
ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารละลาย

โดยมีรายละเอียดดังตารางดังต่อไปนี้

ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์			คิดไว้ใช้
	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การให้เหตุผล แบบสมมติฐาน	1	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้	นำไปใช้
	2	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้	นำไปใช้
	3	0	1	0	0	1	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง	ตัดทิ้ง
	4	0	1	0	1	0	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง	ตัดทิ้ง
	5	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้	นำไปใช้
	6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
การให้เหตุผล แบบนิรนัย	8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
	11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	13	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
	14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
การให้เหตุผล แบบอุปนัย	15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
	16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
	18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้

ความสามารถ ในการให้ เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์	ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์			คิดไว้ใช้
	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
การให้เหตุผล แบบอธิบาย	22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้
	26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
	27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	ตัดทิ้ง
	28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นำไปใช้



ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ชื่องาน : แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย

สำหรับผู้ประเมิน/ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ที่มีข้อสอบทั้งหมด จำนวน 66 ข้อ

สรุปผลการวิเคราะห์พบว่า มีข้อสอบที่ใช้ได้ จำนวน 65 ข้อ และมีข้อสอบที่ต้องตัดทิ้ง/ปรับปรุง จำนวน 1 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังตารางดังต่อไปนี้

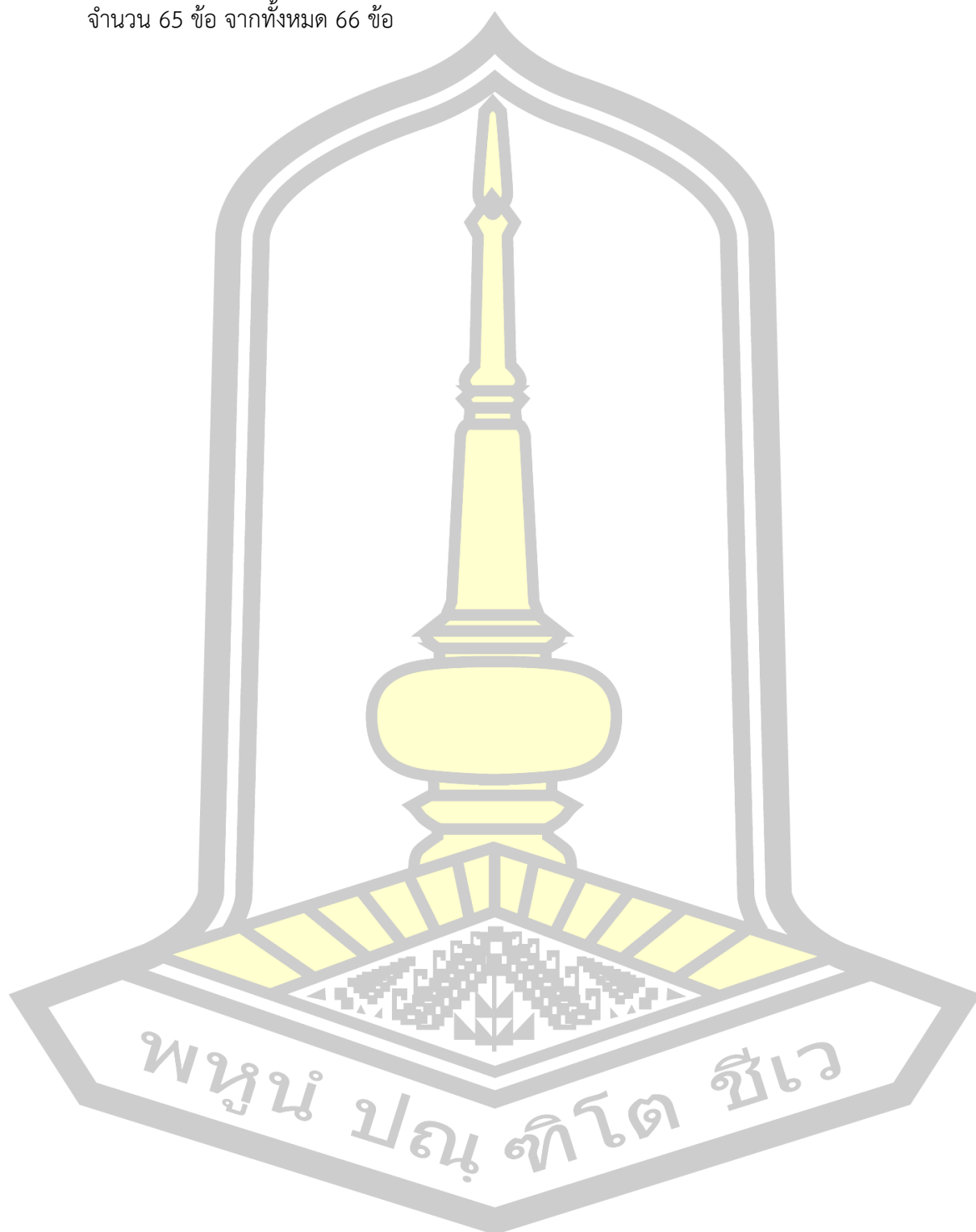
ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม คะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	1	0	1	0	1	3	0.60	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	0	1	0	1	3	0.60	ใช้ได้
13	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวมคะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
32	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
33	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
35	0	1	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้
36	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
37	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
41	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
42	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
43	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้
44	1	1	1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
45	1	0	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้

ตารางสำหรับเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ค่า IOC						ผลการวิเคราะห์		
ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวมคะแนน	ค่าIOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
46	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
47	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
48	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
49	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
50	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
51	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
52	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
53	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
54	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
55	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
56	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
57	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
58	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
59	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
60	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
61	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
62	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
63	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
64	0	1	1	0	0	2	0.40	ตัดทิ้ง/ปรับปรุง
65	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
66	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งก็คือค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หรือความเที่ยงตรงรายข้อของข้อสอบแต่ละข้อ โดยจะพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50

ขึ้นไป ดังนั้นจึงพบว่า มีข้อสอบที่เข้าเกณฑ์หรือมีความตรงหรือสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
จำนวน 65 ข้อ จากทั้งหมด 66 ข้อ



ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลาย

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p) (0.20-0.80)	อำนาจจำแนก (B) (0.20-1.00)	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ตัดไว้ใช้
1. ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	1	(2)	0.67	0.33	ผ่าน	นำไปใช้
		2	(1)	0.56	0.11	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2. เตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละได้	3	(1)	0.5	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		4	(3)	0.69	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		5	(2)	0.61	0.56	ผ่าน	นำไปใช้
2. การคำนวณความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	6	(1)	0.5	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
		7	(1)	0.56	0.33	ผ่าน	นำไปใช้
		8	(3)	0.58	0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละได้	9	(2)	0.5	0.11	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		10	(2)	0.53	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		11	(3)	0.72	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
3. ความเข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้	12	(3)	0.58	-0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		13	(2)	0.61	0.44	ผ่าน	นำไปใช้
	2. เตรียมสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้	14	(2)	0.61	0.44	ผ่าน	นำไปใช้
		15	(2)	0.28	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		16	(3)	0.69	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
4. การคำนวณความ	1. อธิบายความหมาย	17	(4)	0.56	0.22	ผ่าน	นำไปใช้

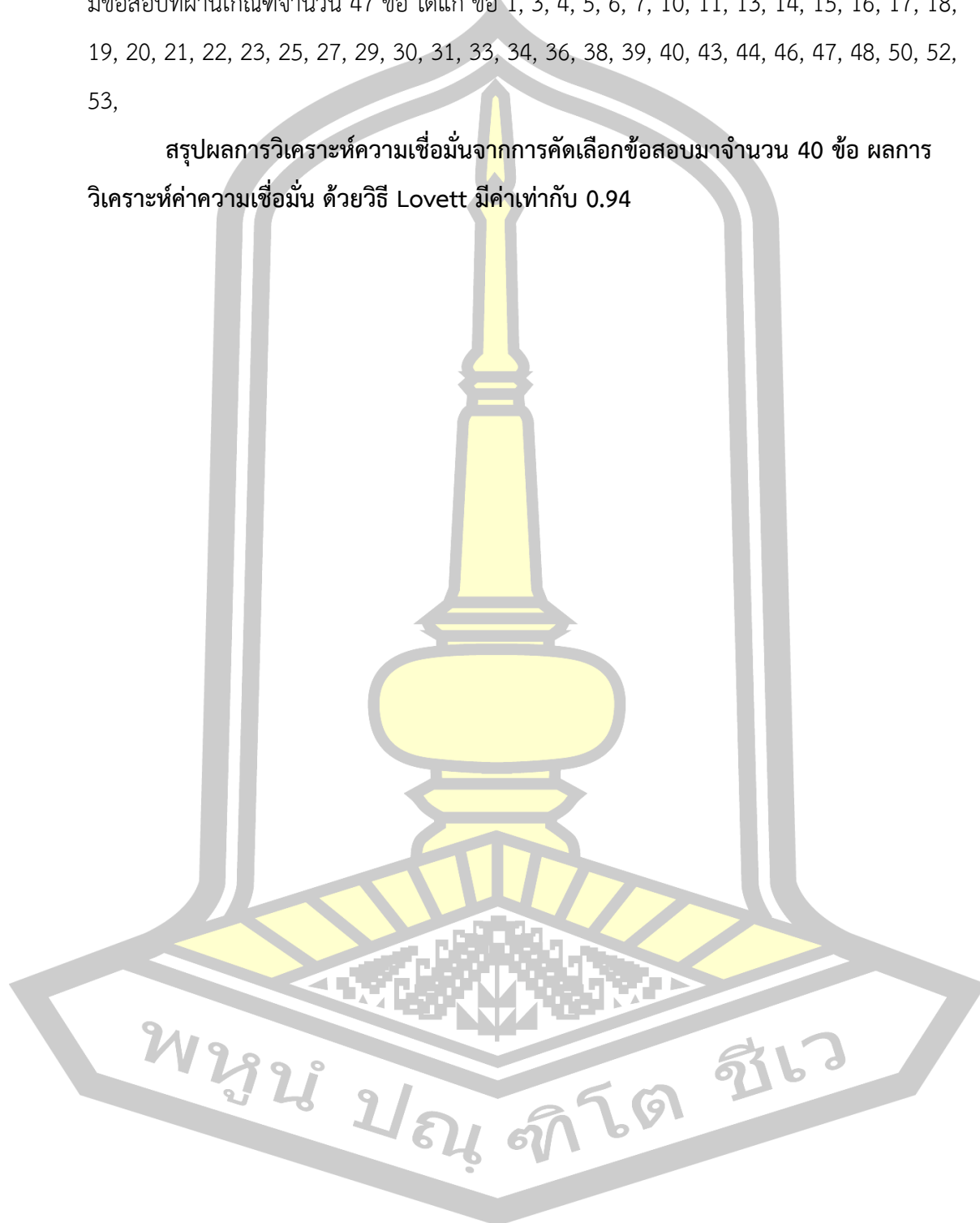
เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p) (0.20-0.80)	อำนาจจำแนก (B) (0.20-1.00)	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ตัดไว้ใช้
เข้มข้นในหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm)และส่วนในพันล้านส่วน (ppb)	ของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้	18	(2)	0.61	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วนได้	19	(3)	0.58	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		20	(2)	0.28	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		21	(2)	0.5	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
		22	(3)	0.53	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
5. ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีและโมลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมลลิตีได้	23	(2)	0.61	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
	2. เตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นโมลาริตีโมลลิตี	24	(3)	0.56	0	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		25	(2)	0.58	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		26	(3)	0.42	0.17	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		27	(3)	0.61	0.33	ผ่าน	นำไปใช้
6. การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายหน่วยโมลาริตีโมลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีโมลลิตีได้	28	(1)	0.53	-0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลาริตีและโมลลิตีได้	29	(2)	0.56	0.33	ผ่าน	นำไปใช้
		30	(4)	0.56	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		31	(2)	0.64	0.39	ผ่าน	นำไปใช้
		32	(1)	0.03	-0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		33	(1)	0.5	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
7. ความเข้มข้นของ	1. อธิบายความหมาย	34	(2)	0.67	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง

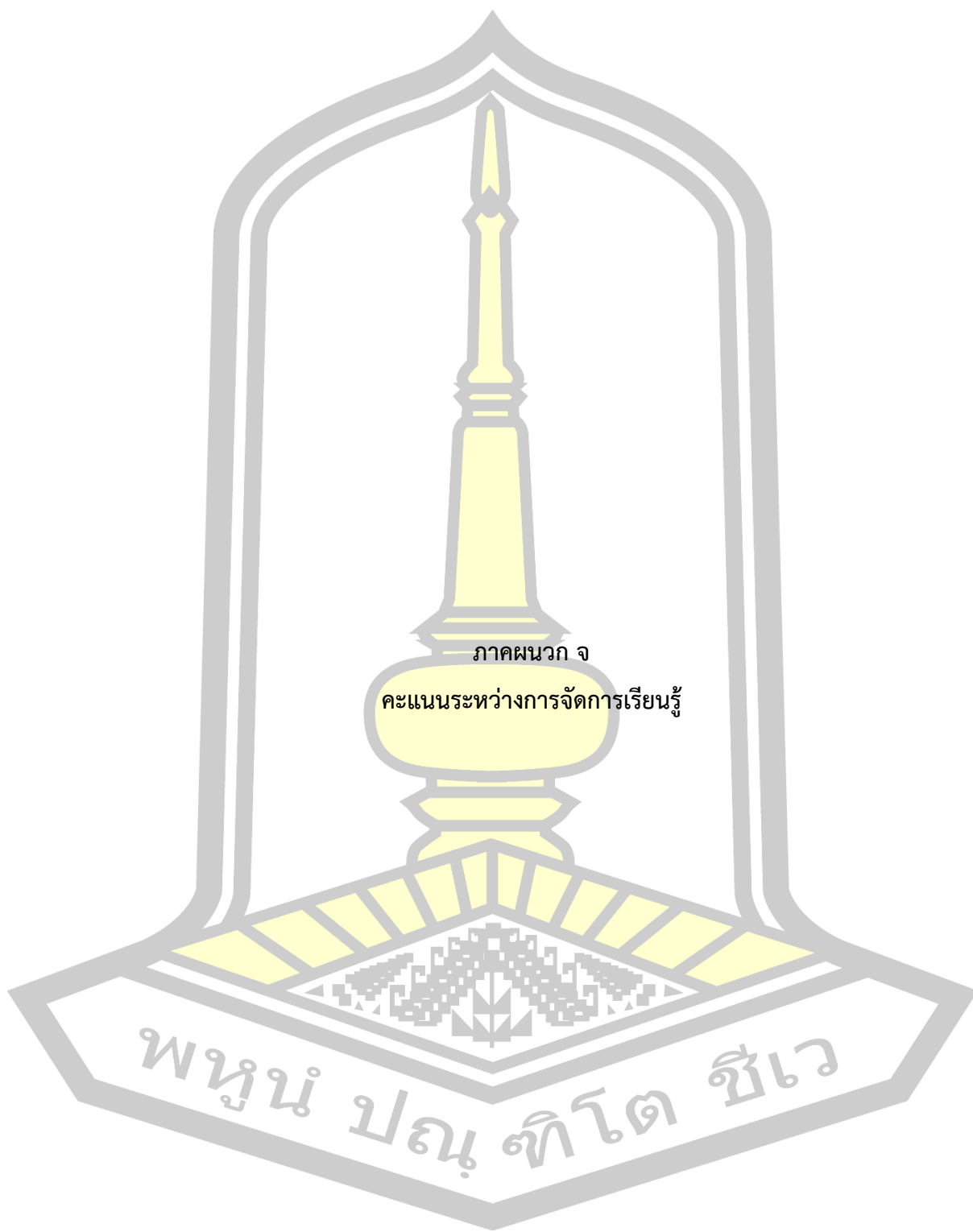
เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p) (0.20-0.80)	อำนาจจำแนก (B) (0.20-1.00)	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ตัดไว้ใช้
สารละลายหน่วย เศษส่วนโมล	ของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยเศษส่วนโมล ได้	35	(1)	0.5	-0.11	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	2. เตรียมความเข้มข้น ของสารละลายใน หน่วยเศษส่วนโมลได้	36	(3)	0.61	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
		37	(1)	0.53	0.17	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		38	(2)	0.53	0.39	ผ่าน	นำไปใช้
8. คำนวณความเข้มข้น ของสารละลายหน่วย เศษส่วนโมล	1. อธิบายความหมาย ของหน่วยความ เข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยเศษส่วนโมล ได้	39	(1)	0.56	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
		40	(4)	0.56	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
	41	(3)	0.14	0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง	
	2. คำนวณความ เข้มข้นของสารละลาย ในหน่วยเศษส่วนโมล ได้	42	(3)	0.22	-0.11	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		43	(1)	0.42	0.39	ผ่าน	นำไปใช้
		44	(1)	0.58	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
9. การเตรียม สารละลาย	1. อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นและ ปริมาตรที่ต้องการได้	45	(3)	0.67	-0.33	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		46	(2)	0.58	0.5	ผ่าน	นำไปใช้
	2. เตรียมสารละลายที่ มีความเข้มข้นและ ปริมาตรที่ต้องการได้	47	(3)	0.58	0.39	ผ่าน	นำไปใช้
		48	(1)	0.53	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		49	(2)	0.47	-0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
	10. การคำนวณการ เตรียมสารละลาย	1. อธิบายวิธีการและ เตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นและ ปริมาตรที่ต้องการได้	50	(1)	0.5	0.22	ผ่าน
51			(2)	0.53	0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง

เนื้อหา	จุดประสงค์	ข้อ	ตัวเลือกที่ถูกต้อง	ความยาก (p) (0.20-0.80)	อำนาจจำแนก (B) (0.20-1.00)	ผ่านเกณฑ์คุณภาพ	ตัดไว้ใช้
	2. คำวนกรรมการ สารละลายที่มีความ เข้มข้นและปริมาตรที่ ต้องการได้	52	(2)	0.39	0.33	ผ่าน	นำไปใช้
		53	(2)	0.58	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		54	(3)	0.5	-0.22	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
11. สมบัติบางประการ ของสารละลาย (จุด หลอมเหลวของ สารละลาย)	1. อธิบายความ แตกต่างระหว่างจุด เดือดและจุดเยือกแข็ง ของสารละลายกับสาร บริสุทธิ์ได้	55	(1)	0.5	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
		56	(2)	0.42	0.39	ผ่าน	นำไปใช้
	2. บอกความหมาย ของค่าคงที่ของการ เพิ่มขึ้นของจุดเดือด (Kb) ได้	57	(2)	0.47	0.28	ผ่าน	นำไปใช้
		58	(3)	0.72	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	3. คำวนณค่าคงที่ของ การเพิ่มขึ้นของจุด เดือด (Kb) ได้	59	(4)	0.42	-0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		60	(2)	0.56	0.33	ผ่าน	นำไปใช้
12. สมบัติบางประการ ของสารละลาย (จุด เยือกแข็งของ สารละลาย)	1. อธิบายความ แตกต่างระหว่างจุด เดือดและจุดเยือกแข็ง ของสารละลายกับสาร บริสุทธิ์ได้	61	(2)	0.44	0.11	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง
		62	(2)	0.56	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
	2. บอกความหมาย ของค่าคงที่ของการ ลดลงของจุดเยือกแข็ง (Kf) ได้	63	(4)	0.5	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
		64	(2)	0.67	0.22	ผ่าน	ตัดทิ้ง
	3. คำวนณค่าคงที่ของ การลดลงของจุดเยือก แข็ง (Kf) ได้	65	(1)	0.56	0.22	ผ่าน	นำไปใช้
		66	(3)	0.64	0.06	ไม่ผ่าน	ตัดทิ้ง

สรุปผลการวิเคราะห์ความยาก และอำนาจจำแนกของข้อสอบจำนวน 66 ข้อ
มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 47 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18,
19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 29, 30, 31, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 52,
53,

สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นจากการคัดเลือกข้อสอบมาจำนวน 40 ข้อ ผลการ
วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธี Lovett มีค่าเท่ากับ 0.94





คะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้รายแผน

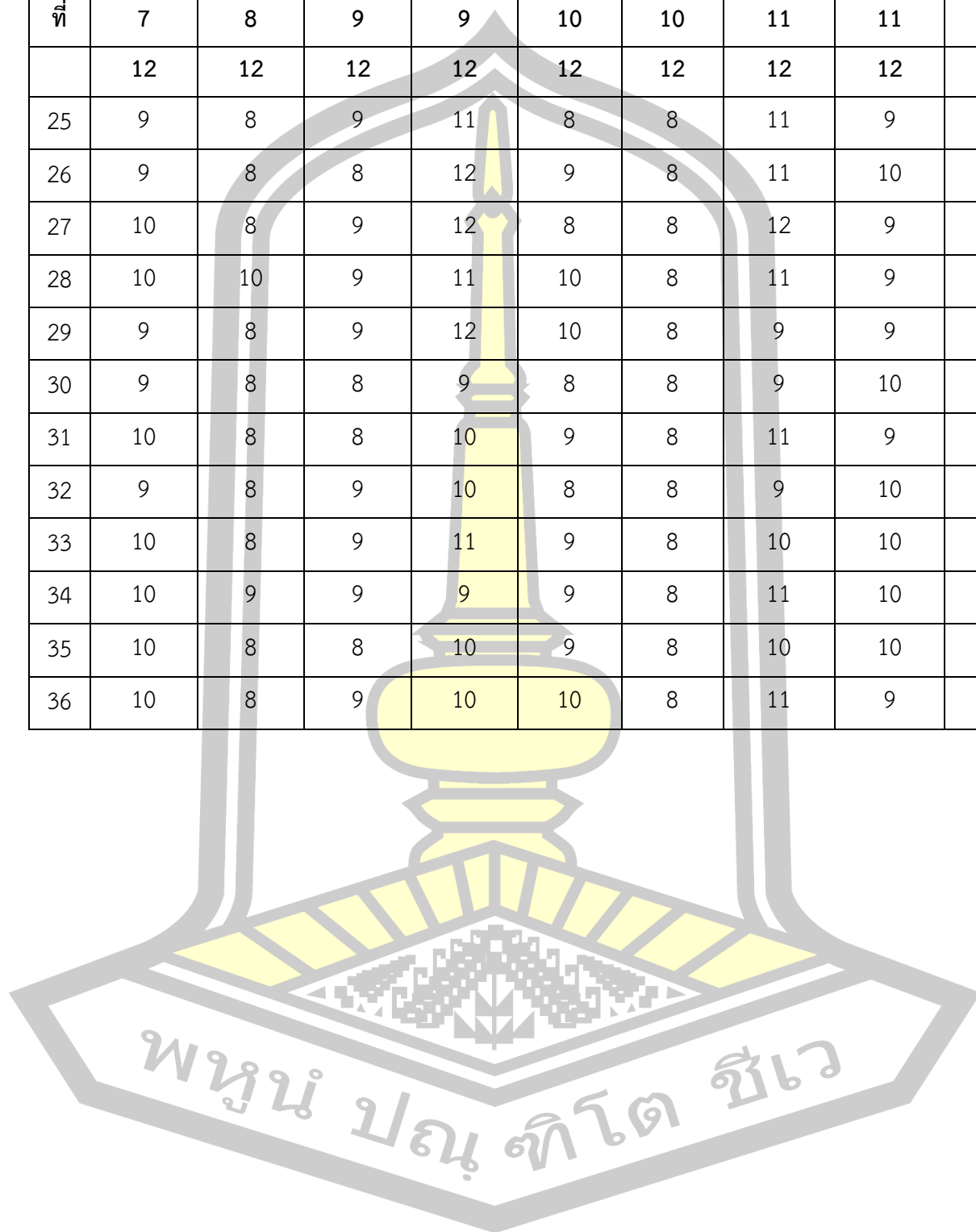
เลข ที่	แบบฝึก 1	กิจกรรม 1	กิจกรรม 2	แบบฝึก 2	กิจกรรม 3	แบบฝึก 3	กิจกรรม 4	แบบฝึก 4	กิจกรรม 5	แบบฝึก 5
	12	12	12	24	12	12	12	12	12	12
1	10	8	8	13	7	9	9	9	10	11
2	11	9	9	20	7	10	9	11	11	11
3	11	9	9	22	7	10	9	11	11	10
4	10	8	8	17	7	9	9	8	10	11
5	11	8	8	19	7	10	9	9	10	11
6	9	9	9	11	7	8	9	9	10	10
7	10	9	9	13	7	8	9	8	10	10
8	10	9	9	18	7	10	9	9	11	10
9	9	9	9	17	8	9	9	8	9	10
10	9	9	9	13	8	10	9	8	9	10
11	9	9	8	14	7	8	9	4	10	10
12	9	9	8	14	7	8	9	8	10	10
13	9	9	8	14	7	9	9	8	10	10
14	9	9	8	15	7	9	9	8	9	10
15	9	9	8	15	7	8	9	8	9	10
16	10	9	9	17	7	4	9	8	11	10
17	10	9	8	17	7	10	9	9	9	10
18	10	9	9	17	7	8	9	9	10	10
19	9	8	8	13	7	10	9	9	11	10
20	9	9	9	17	7	8	9	9	10	10
21	9	9	9	17	7	8	9	8	10	10

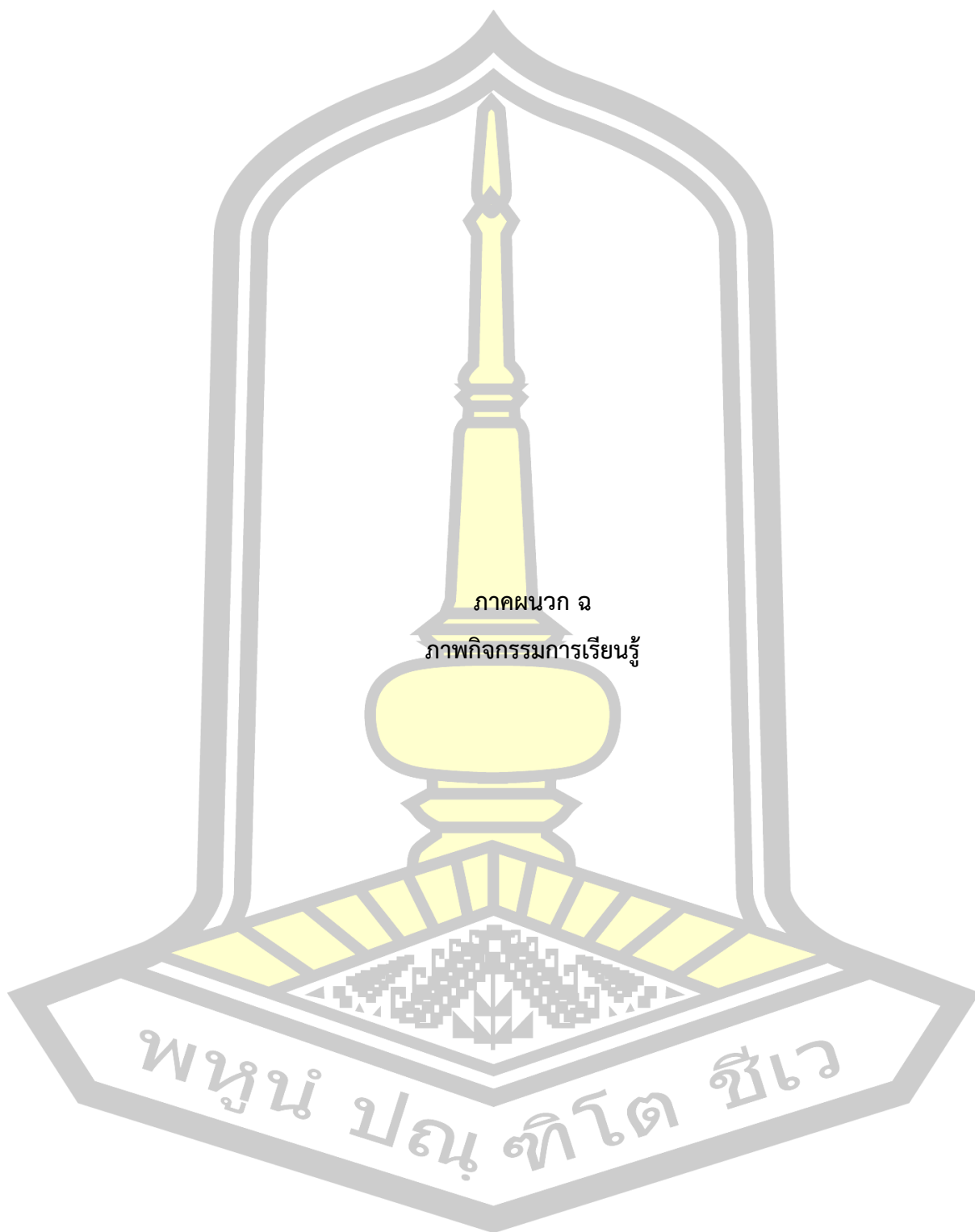
เลข ที่	แบบฝึก 1	กิจกรรม 1	กิจกรรม 2	แบบฝึก 2	กิจกรรม 3	แบบฝึก 3	กิจกรรม 4	แบบฝึก 4	กิจกรรม 5	แบบฝึก 5
	12	12	12	24	12	12	12	12	12	12
22	9	9	8	13	7	8	9	8	9	9
23	8	9	9	17	7	4	9	9	10	10
24	8	9	9	13	7	8	9	9	10	10
25	10	9	8	18	7	8	9	8	9	10
26	8	9	9	13	7	10	9	8	11	10
27	8	9	9	17	8	5	9	8	9	9
28	8	9	9	18	8	8	9	8	9	19
29	9	9	8	15	7	8	9	9	9	10
30	11	9	9	18	7	10	9	9	11	10
31	10	9	9	17	8	10	9	8	9	9
32	9	9	8	17	7	10	9	8	9	10
33	9	9	9	18	8	10	9	9	9	9
34	8	9	8	13	7	8	9	9	9	10
35	9	9	9	17	7	8	9	9	11	11
36	8	9	9	18	8	9	9	9	9	10



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

เลข ที่	แบบฝึก 7	แบบฝึก 8	กิจกรรม 9	แบบฝึก 9	แบบฝึก 10	กิจกรรม 10	แบบฝึก 11	กิจกรรม 11	กิจกรรม 12	แบบฝึก 12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
25	9	8	9	11	8	8	11	9	8	9
26	9	8	8	12	9	8	11	10	10	9
27	10	8	9	12	8	8	12	9	9	9
28	10	10	9	11	10	8	11	9	9	9
29	9	8	9	12	10	8	9	9	8	9
30	9	8	8	9	8	8	9	10	10	9
31	10	8	8	10	9	8	11	9	9	10
32	9	8	9	10	8	8	9	10	8	10
33	10	8	9	11	9	8	10	10	9	9
34	10	9	9	9	9	8	11	10	8	10
35	10	8	8	10	9	8	10	10	8	10
36	10	8	9	10	10	8	11	9	9	10





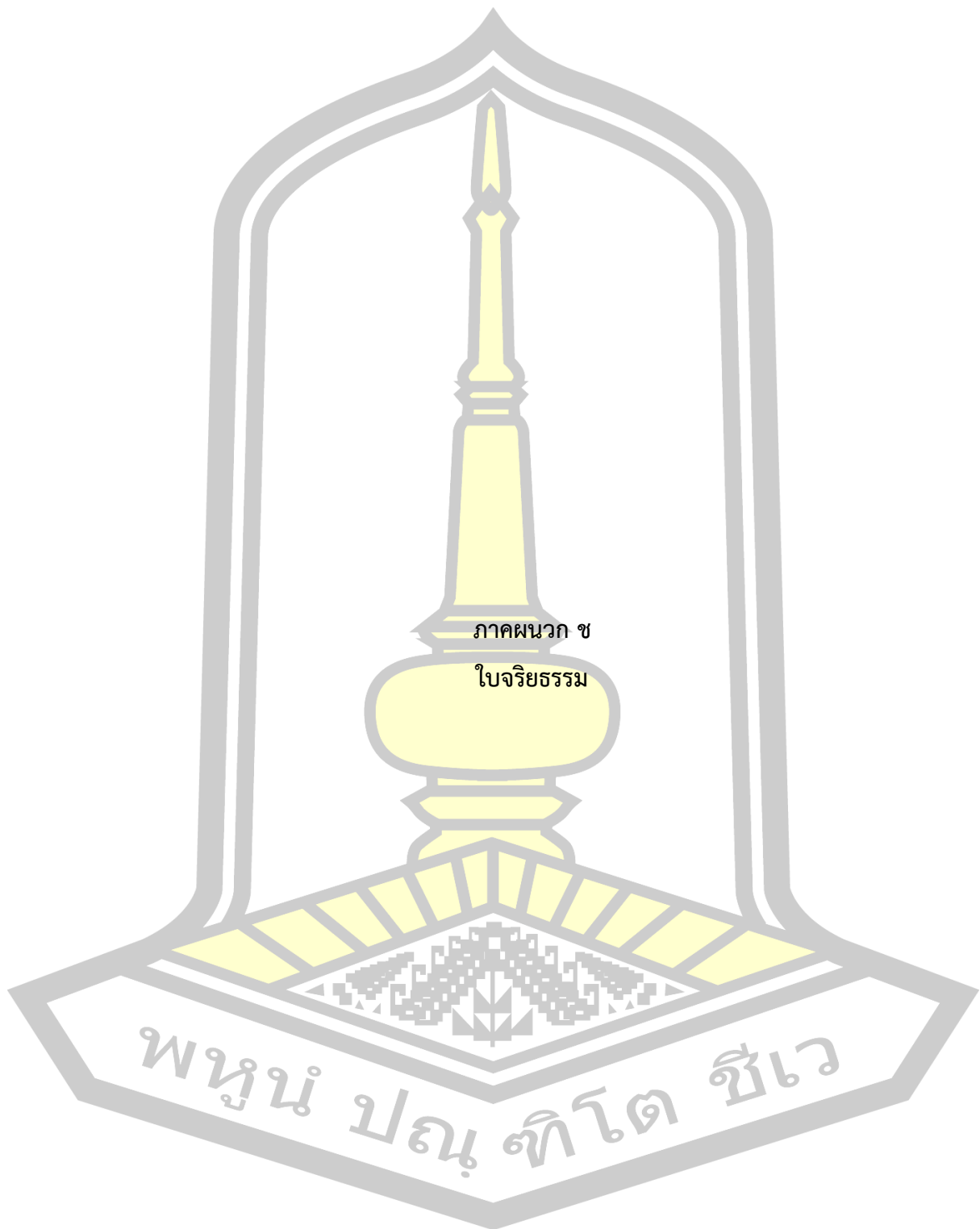
ภาคผนวก ฉ
ภาพกิจกรรมการเรียนรู้

พหุ ประถม ทิวติ ชีวะ









ภาคผนวก ช
ใบจริยธรรม

พหุบัณฑิต โสภณ



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 018-780/2568

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) Developing learning achievement and scientific reasoning of Mathayomsuksa 4 students using Phenomenon-base learning with Concrete Model.

ผู้วิจัย : นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะศึกษาศาสตร์

สถานที่ทำการวิจัย : จังหวัดนครพนม

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบเร่งรัด

วันที่รับรอง : 15 มกราคม 2568

วันหมดอายุ : 14 มกราคม 2569

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงร่างงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจักต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

กตวีร์ สุทธิธำ

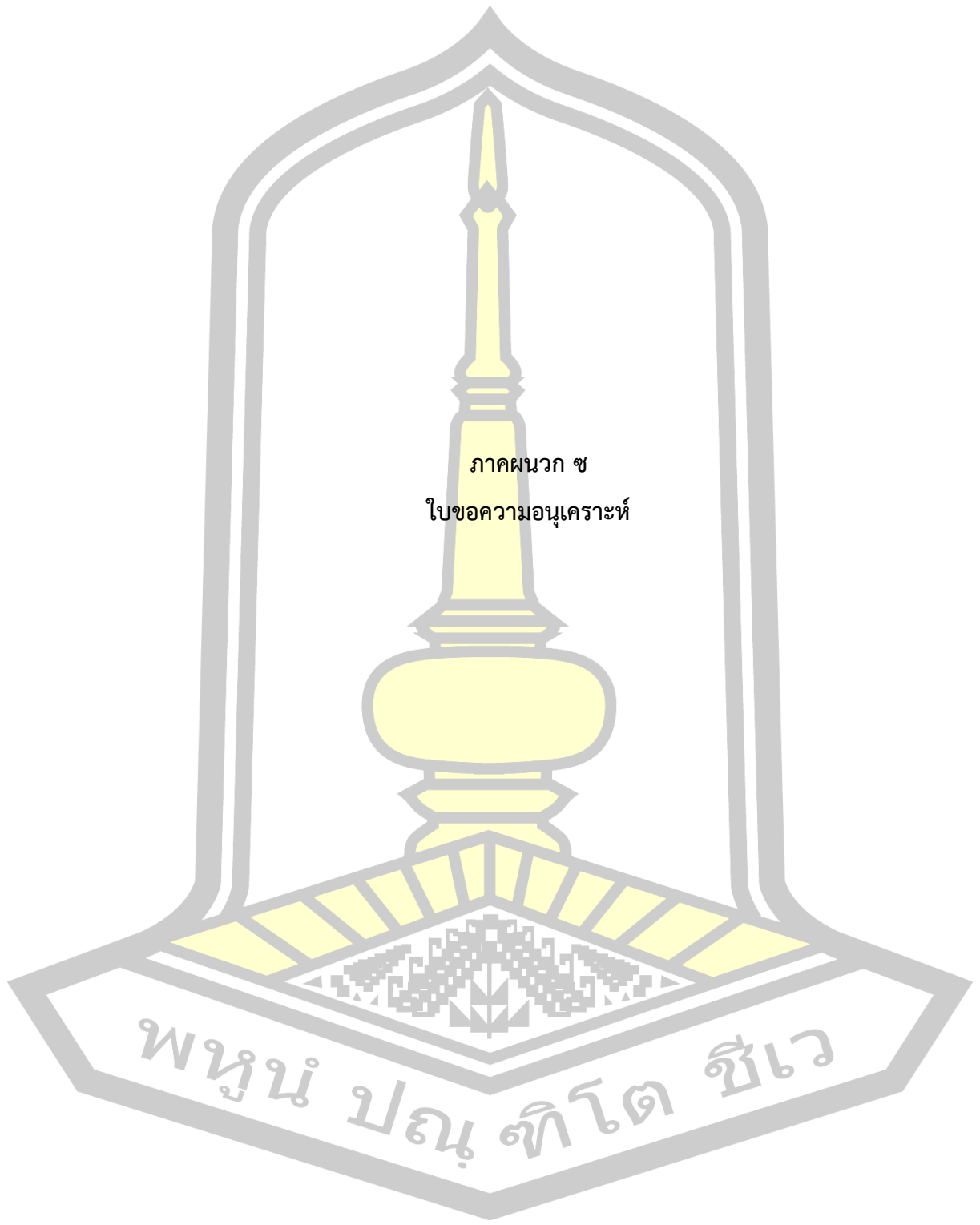
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกษีกรหญิงรัตวี สว่างจิตร์)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

ไปจริยธรรม



ภาคผนวก ซ
ใบขอความอนุเคราะห์

พหุ ประยูตย์ จิต วิทยา



ที่ อว 0605.5(2)/ว.3213

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

18 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ว่าที่ร.ต.อรัญ ชูยกระเดื่อง

ด้วย นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาฯ. หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) ม. หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิรุฬพุทธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216

โทรสาร 0-4371-9852



ที่ อว 0605.5(2)/3228

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

18 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล

ด้วย นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การวิจัยและประเมินผลการศึกษา โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.อพันธ์ พิรุณพุกา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามจึงใคร่ขออนุมัติครุภัณฑ์จากท่านอนุญาตให้นิสิตคนดังกล่าวเข้าทดลองใช้เครื่องมือวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4321-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852



ที่ อว 0605.5(2)/ว.3213

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

18 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.กนกอร คำฝูย

ด้วย นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาม. หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) ม. หลักสูตร และการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อพันธ์ พิสุทธิพิทยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขาธิการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4322-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852



ที่ อว.0605.5(2)/3238

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

18 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ/วิทยานิพนธ์**เรียน** ผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล

ด้วย นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับสื่อแบบจำลอง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. อพันธ์ พูลพุดธา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักในครั้งนี้

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวภัทรา พลเยี่ยมหาญ เก็บรวบรวมข้อมูลวิทยานิพนธ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์สำนักงานเลขานุการคณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์ 0-4375-4321-40 ต่อ 6216
โทรสาร 0-4371-9852

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	ภัทรา พลเยี่ยมหาญ
วันเกิด	6 สิงหาคม 2543
สถานที่เกิด	สกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	14 หมู่ 9 ตำบลโพนทอง อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักศึกษา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา โรงเรียนเรณูวิทยาคาร พ.ศ. 2561 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล พ.ศ. 2565 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2566 ถึง ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาโท คณะศึกษาศาสตร์ สาขาหลักสูตรและการสอน

พูนัน ปณฺ ทิโต ชีเว