

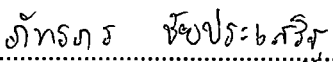
การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

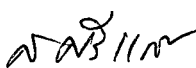
พัทธรณ วิริยะธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

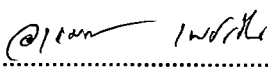
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ พัชรมน วิริยะธรรม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

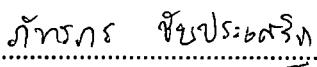
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

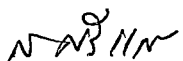

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

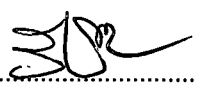

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ์ เพชรชื่น)


..... กรรมการ
(ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์)


..... กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์ถพ)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางด้าน
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยการให้คำปรึกษา การแนะนำแนวทางในการดำเนินงาน และการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการดำเนินงาน จากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และประสบการณ์ อย่างกว้างขวางในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพมณี เชื้อวชิรินทร์ ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น อาจารย์ธนาบุตร จันทราเขต อาจารย์ไพรัตน์ วงษ์บุรณาวาทย์ และอาจารย์วัชรวิ ทองเนียม ที่กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษาและคณะครู ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณทุน โครงการส่งเสริมการผลิตครูผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาจนจบการศึกษา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณป้า พี่และญาติ ๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริมและสนับสนุน เป็นกำลังใจที่ดีในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

พัทธรณ วิริยะธรรม

57910202: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL/

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา/ การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

พัทธมน วิริยะธรรม: การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL (DEVELOPMENT OF ACHIEVEMENT AND PROBLEM SOLVING ABILITY ON STOICHIOMETRY FOR GRADE 10 STUDENTS USING 7E TEACHING METHOD WITH KWDL TECHNIQUE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรภร ชัยประเสริฐ, วท.ด., สพลณภัทร์ ศรีแสนรงค์, ศษ.ด. 253 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 49 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการศึกษาคะแนนพัฒนาการ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.93 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะด้านความเข้าใจมีพัฒนาการมากที่สุด ร้อยละ 74.83 รองลงมาคือด้านการนำไปใช้, ความรู้ความจำ, การสังเคราะห์, การประเมินค่าและการวิเคราะห์ ร้อยละ 56.81, 54.12, 51.02, 40.82 และ 40.74 ตามลำดับ

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ หลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการที่สูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 59.09 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะ ขั้นตอน K (Know) มีพัฒนาการมากที่สุด ร้อยละ 62.50 รองลงมาคือ D (Did), L (Learned) และ W (Want) ร้อยละ 61.99, 50.61 และ 48.76 ตามลำดับ

57910202: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: 7E TEACHING METHOD WITH KWDL TECHNIQUE / LEARNING
ACHIEVEMENT / PROBLEM SOLVING / ACTION RESEARCH

PATTAMON VIRIYATHAM : DEVELOPMENT OF ACHIEVEMENT AND
PROBLEM SOLVING ABILITY ON STOICHIOMETRY FOR GRADE 10 STUDENTS
USING 7E TEACHING METHOD WITH KWDL TECHNIQUE. ADVISORY COMMITTEE:
PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., SAPONNAPAT SRISANYONG, Ph.D. 253 P. 2016.

The purpose of this research were to study a development of learning achievement and problem solving ability of grade 10 students using 7E teaching method with KWDL technique.

The target groups were 49 of grade 10 students in the second semester of academic year 2015 at Chonradsadornumrung School, Muang District, Chonburi Province. The research design was an action research. The research instruments consist of 5 lesson plans, the learning achievement test, the problem solving ability test and the cycle posttest. The data were analyzed by growth scores, mean, standard deviation and percentage. The research findings were as follows:

1. The learning achievement on Stoichiometry using the 7E teaching method with KWDL technique possessed average growth scores of 53.93% which was rated at a high level with the highest score of 74.83% in understanding, 56.81% in applying, 54.12% in remembering, 51.02% in synthesizing, 40.82% in evaluating and 40.74% in analyzing.

2. The problem solving on Stoichiometry using the 7E teaching method with KWDL technique possessed growth scores higher than those before learning with the average of 59.09% which was rated at a high level with the highest score of 62.50% in step K (Know), 61.99% in step D (Did), 50.61% in step L (Learned) and 48.76% in step W (Want).

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
คำถามการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย/ ประโยชน์ที่ได้รับ.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี.....	13
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้.....	29
การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E.....	37
เทคนิค KWDL.....	46
การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL.....	49
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	52
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	57
คะแนนพัฒนาการ.....	69
การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	73
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	79

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย..... 84
	กลุ่มเป้าหมาย..... 84
	รูปแบบการวิจัย..... 84
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 85
	การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย..... 86
	วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 103
	การวิเคราะห์ข้อมูล..... 105
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 106
4	ผลการวิจัย..... 110
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 110
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 151
	สรุปผลการวิจัย..... 153
	อภิปรายผลการวิจัย..... 153
	ข้อเสนอแนะ..... 158
	บรรณานุกรม..... 159
	ภาคผนวก..... 167
	ภาคผนวก ก..... 168
	ภาคผนวก ข..... 177
	ภาคผนวก ค..... 196
	ภาคผนวก ง..... 204
	ภาคผนวก จ..... 249
	ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 253

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1	แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์..... 27
2-2	แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น..... 44
2-3	ตาราง KWDL : โจทย์ปัญหา..... 48
2-4	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบย่อย..... 66
2-5	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบย่อย..... 67
2-6	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา..... 68
2-7	ผลการวัดและคะแนนพัฒนาการด้านความรู้ ทักษะและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของ ผู้เรียน..... 72
3-1	การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์..... 86
3-2	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ จุดประสงค์การเรียนรู้..... 92
3-3	ตัวอย่างตาราง KWDL ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา..... 97
3-4	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา..... 98
3-5	การกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบย่อยทำนองจริงให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้..... 100
4-1	คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL..... 111
4-2	คะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสาร สัมพันธ์ โดยรวมและจำแนกเป็นรายด้านตามลำดับขั้นตอนของ KWDL ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL..... 118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-3 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2.....	132
4-4 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4.....	140
4-5 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้าน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5.....	145
4-6 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL วงจรที่ 1-3.....	148
ข-1 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ เทคนิค KWDL.....	178
ข-2 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	184
ข-3 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	187
ข-4 ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	188
ข-5 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 แบบปรนัย.....	189
ข-6 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 แบบอัตนัย.....	189
ข-7 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แบบปรนัย.....	190
ข-8 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แบบอัตนัย.....	190
ข-9 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 แบบปรนัย.....	191
ข-10 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 แบบอัตนัย.....	191

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	192
ข-12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....	195
ค-1 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผ่นที่ 1 และ 2....	197
ค-2 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผ่นที่ 3 และ 4...	199
ค-3 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผ่นที่ 5.....	201

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
2-1 วงจรการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5E ของ BSCS.....	40
2-2 การขยายขั้นตอนจาก 5E เป็น 7E.....	42
2-3 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL.....	51
2-4 แผนภูมิแท่งแสดงพัฒนาการของ ก.....	72
2-5 แสดงวงจรเชิงปฏิบัติการของ Kemiss and McTaggart.....	75
2-6 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน.....	77
3-1 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	85
4-1 แผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL.....	116
4-2 แผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL.....	124
4-3 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1.....	128
4-4 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1.....	129
4-5 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2.....	130
4-6 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2.....	131
4-7 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3.....	137
4-8 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3.....	137
4-9 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 4.....	139
4-10 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 4.....	139
4-11 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 5.....	144
4-12 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 5.....	144
4-13 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการตอบแบบสอบถามถึงการไ้ตาราง KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา.....	147

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-14	กราฟแสดงระดับคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL วงจรที่ 1-3.....	148
4-15	กราฟแสดงระดับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL วงจรที่ 1-3.....	149

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 นั้นสังคมไทยก็ได้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านของการพัฒนาประเทศให้มีความสมดุลและยั่งยืนซึ่งจะต้องมีการเสริมสร้างทุนของประเทศที่มีอยู่ให้มีความเข้มแข็งและมีกำลังเพียงพอในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่การพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการพัฒนากำลังคนหรือทุนมนุษย์ให้พร้อมรับมือกับการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์นั้นมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในการดำเนินชีวิตประจำวันและการประกอบกิจการอาชีพต่าง ๆ วิทยาศาสตร์จะช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดและมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรม การลงมือปฏิบัติ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 94) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 24 ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ให้นักเรียนมีโอกาสรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็นและทำเป็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, หน้า 14)

วิชาเคมีเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสาร ทั้งสมบัติและการเกิดปฏิกิริยาของสสาร ซึ่งสสารนั้นมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียนทุกคน ความรู้ในวิชาเคมีจึงมีสาระที่เป็นประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือใช้กับการประกอบอาชีพในอนาคตได้ ซึ่งเนื้อหาของวิชาเคมีจะมีทั้งส่วนที่เป็นทฤษฎีและส่วนที่เป็นการคำนวณ ในส่วนที่เน้นการคำนวณนั้นจะเป็นเรื่องที่ค่อนข้างเข้าใจได้ยาก และซับซ้อนผู้เรียนจึงจะต้องอาศัยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีขั้นตอนอย่างเป็นระบบจึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องซึ่งจะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอีกด้วย

จากผลการประเมินที่ผ่านมาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยส่วนมากยังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ปีการศึกษา 2554-2557 มีคะแนนเฉลี่ยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ 27.90, 33.10, 30.48 และ 32.54 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยนั้นอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันการทดสอบแห่งชาติ, 2557) จึงแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนของไทยในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรีซึ่งเป็นโรงเรียนที่เน้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนได้คะแนน O-NET ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 จะเห็นได้จากคะแนนในปีการศึกษา 2556-2557 มีคะแนนเฉลี่ย คือ 38.38 และ 41.26 คะแนนตามลำดับ (โรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2558) และจากการศึกษาชั้นเรียนของนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาเคมีเพิ่มเติม ณ วันที่ 9 และ 12 กุมภาพันธ์ 2558 และจากการสัมภาษณ์อาจารย์ประจำวิชาเคมีที่มีประสบการณ์สอนหลายปีในโรงเรียน (ชนายุต จันทราเขต, 2558) ทำให้ทราบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นนักเรียนที่เพิ่งได้รับการเรียนเคมีแบบลึกซึ้งจึงถือว่าเป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นการคำนวณซึ่งจะเห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว31222 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2556-2557 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเกรด คือ 2.84 และ 2.76 ตามลำดับ (งานวัดผลและประเมินผล กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์โรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2557, 2558) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะคะแนนในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน ปีการศึกษา 2556-2557 พบว่ามีแนวโน้มคะแนนเฉลี่ยไปในทางเดียวกัน คือ ร้อยละ 45.52 และ 48.23 ตามลำดับ (งานวัดผลและประเมินผล กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์โรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2557, 2558) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์เป้าหมายของโรงเรียน เนื่องมาจากนักเรียนยังขาดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและไม่เข้าใจถึงหลักการและความสัมพันธ์ของเนื้อหา รวมทั้งวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ทำให้เมื่อนักเรียนได้พบกับโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ จึงไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนในปีการศึกษา 2557 โดยนักเรียนคิดว่าวิชาเคมีเป็นเรื่องที่ยาก ซ้ำซ้อนและไม่เข้าใจเนื่องจากไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เพราะไม่ทราบถึงวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบจึงทำให้นักเรียนขาดความสนใจและความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำและไม่สามารถบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเห็นได้จากเกรดของนักเรียนในวิชาเคมี 1 รหัสวิชา ว31221 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 พบว่าได้ 2.04, 4.08, 4.08, 22.45, 32.65, และ 34.69 โดยเรียงตามเกรด 4, 3.5,

3, 2.5, 2 และ 1 ตามลำดับ (งานวัดผลและประเมินผล กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง, 2558)

จากปัญหาดังกล่าวครูจึงจะต้องเป็นผู้ที่มีหน้าที่แก้ไขปัญหาเหล่านั้น โดยจะต้องมีการใช้การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนซึ่งจะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการสำรวจค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองควบคู่ไปกับการฝึกความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและขั้นตอนเพื่อที่จะสามารถนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพ อันจะนำมาสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ให้สูงขึ้นและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะสามารถทำให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจะต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในทุก ๆ ขั้นตอน มีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิด ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติ ซึ่งจากการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวได้สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่นักเรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2546, หน้า 218) ผ่านกระบวนการสืบค้น โดยเฉพาะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ซึ่งครูจะเป็นผู้กระตุ้น ผู้อำนวยการความสะดวก ซักถาม และจัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้เองจนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะยาวและสามารถนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยจึงเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 7 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) 5. ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) 6. ขั้นประเมิน (Evaluate) และ 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) (Eisenkraft, 2003, p. 58) ซึ่งมีความแตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนรูปแบบเดิมคือแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ตรงที่ครูมีการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ในเรื่องใหม่และเมื่อผู้เรียนได้องค์ความรู้ใหม่แล้วผู้เรียนก็จะสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จากการศึกษางานวิจัยที่ได้รับจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ของ บุญเรือน คะเซ็นแก้ว (2555) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประทาย จังหวัดนครราชสีมา งานวิจัยของสุพันธุ์นุช ขุนนุ้ย (2555) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 และงานวิจัยของวิตาด หะยีตาเฮร์ (2556) ได้ทำการศึกษาผลของรูปแบบการเรียนการสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสังคมพหุวัฒนธรรม จากการศึกษา งานวิจัยที่สนับสนุนทั้งหมดพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างไรก็ตามจากการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E นั้นแสดงให้เห็นว่า ในการจัดการเรียนการสอนยังขาดการสอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เพราะ การจัดการเรียน การสอนในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นอกจากที่ผู้เรียนต้องมียอดความรู้ในเนื้อหาแล้วผู้เรียนต้อง ทราบถึงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อที่จะได้นำองค์ความรู้ที่มีมาใช้ในการแก้โจทย์ ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องเลือกใช้เทคนิคที่สามารถใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ในการเรียนควบคู่ไปด้วย คือ เทคนิค KWDL (Know-Want-Did-Learned) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถ นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้โดยมีการใช้คำถามเป็นตัวกำหนดประเด็นให้ผู้เรียน ได้เกิด การคิดวิเคราะห์จากประเด็นปัญหานั้นและผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการ แก้ไขปัญหา การทำความเข้าใจตนเอง การวางแผนการ ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจ ในตนเอง การจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีประโยชน์ในการฝึก ให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน (วัชรา เล่าเรียนดี, 2554, หน้า 130-131) และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนด้วยเทคนิค KWDLของมะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ งานวิจัย ของ รุจิอร รักใหม่ (2557) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการศึกษาวิจัยที่สนับสนุนทั้งหมดพบว่านักเรียนมี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL นั้นจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ ได้ด้วยตนเองโดยผ่านวิธีการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่จะทำให้เกิด ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งสามารถจดจำได้ยาวนานและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการสร้างชิ้นใหม่รวมทั้งความรู้ที่มีอยู่เดิมมา ประยุกต์ใช้ในการแก้ไขโจทย์ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ โดยมีวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบอย่างเป็น ขั้นตอน มีแบบแผนจึงเป็นการสนับสนุนให้ได้พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ได้ลองแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย อีกทั้งผู้เรียนยังมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้เกิด ความกระตือรือร้น ความสนใจได้ติดตามในเรื่องที่กำลังศึกษา ซึ่งถ้านักเรียนได้รับการพัฒนา ในด้านต่าง ๆ ดังกล่าวก็จะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจในการจัดการเรียนการสอนการรู้ด้วยรูปแบบการสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาเคมีเพื่อที่จะศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี โดยใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างไร

ความสำคัญของการวิจัย/ ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ การสอน แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

2. นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือในรายวิชาอื่น ๆ ได้

3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 49 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาเคมีเพิ่มเติม ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังต่อไปนี้

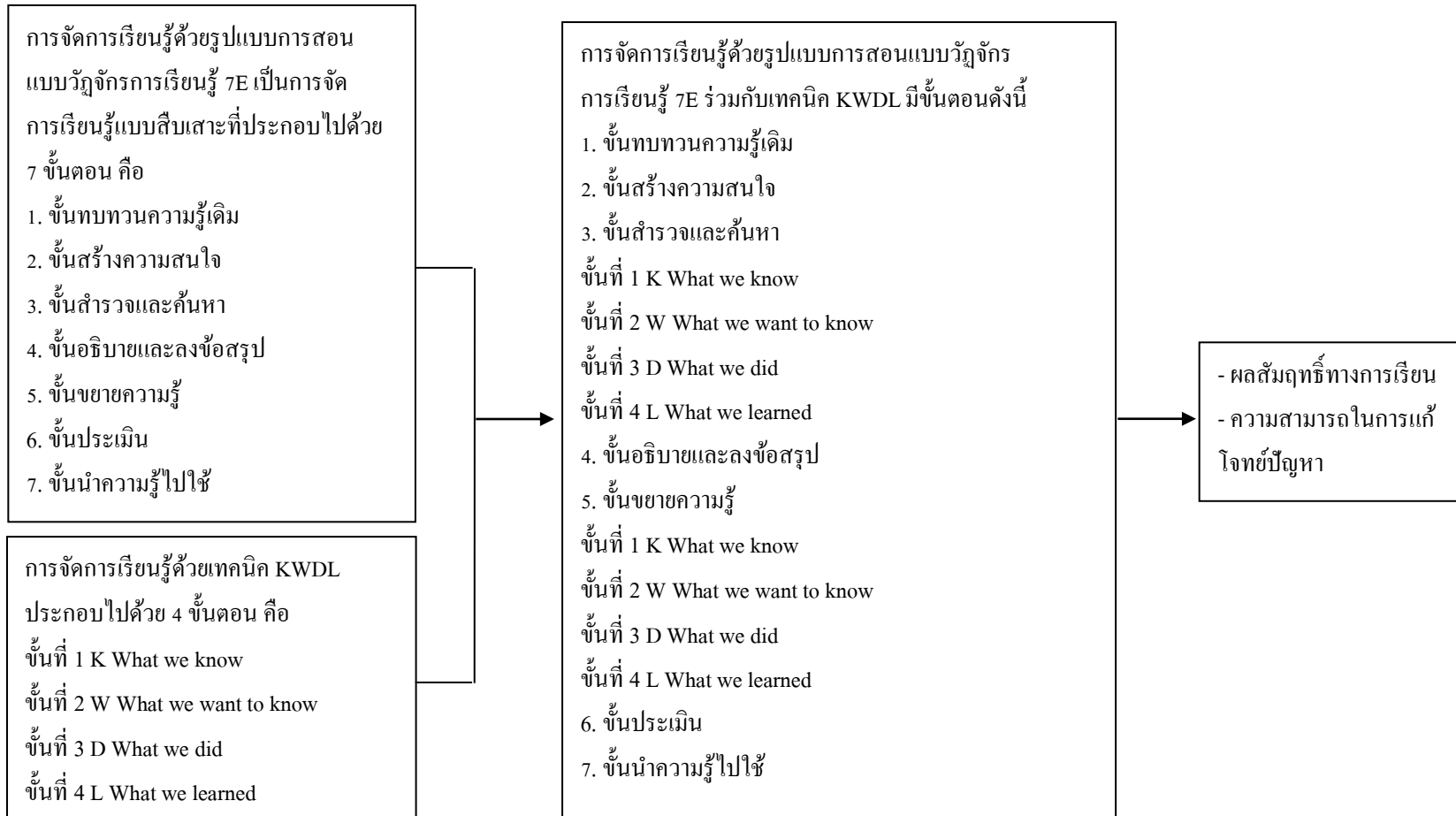
1. ความเข้มข้นของสารละลาย
2. การเตรียมสารละลาย
3. สมบัติของสารละลาย
4. การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร
5. การคำนวณสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 20 ชั่วโมง ซึ่งแบ่งเป็นการสอน 15 ชั่วโมง การทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง และการทดสอบย่อยท้ายวงจรอีก 3 ชั่วโมงโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยเน้นความสำคัญของผู้เรียนให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งครูผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุนชี้แนะ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน มีกระบวนการทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินและขั้นนำความรู้ไปใช้

2. เทคนิค KWDL (Know-Want-Do-Learned) หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามหรือ โจทย์ปัญหาเป็นตัวกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ K (โจทย์บอกอะไรบ้าง), W (โจทย์ให้ทำอะไรบ้าง), D (ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา) และ L (คำตอบที่ได้)

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้แล้วสรุปเป็นหลักการด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน คือ

3.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รับรู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมที่แตกต่างกันอย่างไร

3.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งอาจเริ่มจากความสนใจที่เกิดจากกิจกรรมที่ครูยกตัวอย่างหรือจัดสถานการณ์ให้ หรือเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้อยู่แล้ว โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ตอบคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

3.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูให้โอกาสนักเรียนวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและยกตัวอย่าง โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะศึกษาซึ่งนักเรียนจะต้องใช้เทคนิค KWDL เข้ามาร่วมแก้โจทย์ปัญหานั้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้

3.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป หรือใช้ตาราง KWDL เป็นต้น

3.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวาง ลึกซึ้งขึ้น ซึ่งในสถานการณ์ใหม่จะใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ ๆ ให้กับนักเรียน

3.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

3.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหาใหม่ขึ้น

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้และความสามารถซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้หรือได้รับจากกระบวนการเรียนการสอนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่วัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 ทั้งหมด 6 ด้าน คือ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ 5. การสังเคราะห์ และ 6. การประเมินค่า

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งนำมาใช้วัดก่อนและหลังเรียนเนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยวัดทักษะทางปัญญาทั้ง 6 ด้าน คือ

5.1 ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์

5.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ

5.3 การนำไปใช้ หมายถึง การวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจ มาประยุกต์ใช้ หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

5.4 การวิเคราะห์ หมายถึง การวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจง รายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อย ๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ ต่าง ๆ เพื่อค้นพบข้อเท็จจริงและคุณสมบัติบางประการ คำถามระดับการวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5.5 การสังเคราะห์ หมายถึง การวัดความสามารถในการรวบรวมและผสมผสาน ในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อย ของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม ความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การสังเคราะห์ข้อความ การสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

5.6 การประเมินค่า หมายถึง การวัดความสามารถในการสรุปค่าหรือตีราคา เกี่ยวกับเรื่องราว ความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสม เพื่อหาจุดประสงค์ บางประการมาอ้างอิง โดยใช้เกณฑ์ภายในและการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

6. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับปัญหา โดยการแยกส่วนวิเคราะห์ข้อความใน โจทย์ปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ การคำนวณหาคำตอบ เพื่อแก้โจทย์ปัญหาและสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL 4 ขั้น ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบคำถามแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตาม เนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2

7. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยมีข้อกำหนดปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดเพื่อ แก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอก ให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งก็คือคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 3

8. คะแนนพัฒนาการ หมายถึง ค่าอัตราส่วนร้อยละระหว่างผลต่างของคะแนนที่ได้จากการวัดครั้งแรกและครั้งหลัง กับผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนสอบครั้งแรก ตามวิธีของศิริชัย กาญจนวาสี (2556) เพื่อใช้วิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

9. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action research) หมายถึง หมายถึง การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งขั้นตอนในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) 3 วงจร อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยมีวิธีดำเนินการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan)

เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูนักเรียน วิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งจากการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้นำเอาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน คือ แผนที่ 1, 2 คือ วงจรที่ 1 แผนที่ 3, 4 คือ วงจรที่ 2 และแผนที่ 5 คือ วงจรที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe)

เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวิจัยหนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบ การเขียนบันทึกหลังการสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมาทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E
4. เทคนิค KWDL
5. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
8. กระบวนการพัฒนาการ
9. การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี เป็นโรงเรียนที่ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยธรรมชาติของผู้เรียนที่เข้าศึกษาต้องเป็นผู้เรียนที่ผ่านการสอบคัดเลือก ดังนั้น นักเรียนจึงเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านการเรียน โดยผ่านเกณฑ์ตามที่โรงเรียนกำหนด โดยมีการแบ่งห้องเรียน โดยแยกตามความถนัดและความสามารถของผู้เรียน

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ อ้างอิงจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุงชลบุรี, 2558) ซึ่งนอกจากการจัดการเรียนการสอนตามสาระการเรียนรู้แล้ว ยังมีการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิสัยทัศน์

มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ มีเหตุผล ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก้าวทันเทคโนโลยีสมัยใหม่ มีทักษะในการดำรงชีวิต และเป็นคนดีของสังคมตามแนวทางของศาสนาที่ตนนับถือ

2. พันธกิจ

- 2.1 พัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพ เกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดแก่นักเรียน
- 2.2 พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่
- 2.3 พัฒนาผู้เรียน โดยการฝึกปฏิบัติตามแนวทางของศาสนาที่ตนนับถือ เพื่อให้เป็นคนดีของสังคม

3. เป้าหมาย

- 3.1 เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะทางวิทยาศาสตร์
- 3.2 เพื่อให้เข้าใจหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.3 เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในเทคโนโลยีสมัยใหม่
- 3.4 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต
- 3.5 เพื่อฝึกปฏิบัติตามแนวทางศาสนาที่ตนนับถือ
- 3.6 เพื่อให้ปฏิบัติตนเป็นคนดีของสังคม

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องการ คือ

- 4.1 เป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะทางวิทยาศาสตร์
- 4.2 เป็นผู้มีความรู้ และสามารถใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต
- 4.3 เป็นผู้ประพฤติปฏิบัติตนตามแนวทางของศาสนาที่ตนนับถือ
- 4.4 เป็นคนดีของสังคม

5. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 5.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

5.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

5.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

5.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

5.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

5.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

6. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

6.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

6.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

6.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

6.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

6.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

7.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคลการจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

7.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

7.2.1 รัชชาติศาสน์ กษัตริย์

- 7.2.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 7.2.3 มีวินัย
- 7.2.4 ใฝ่เรียนรู้
- 7.2.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 7.2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7.2.7 รักความเป็นไทย
- 7.2.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

8. มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

- 8.1 ภาษาไทย
- 8.2 คณิตศาสตร์
- 8.3 วิทยาศาสตร์
- 8.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
- 8.5 สุขศึกษาและพลศึกษา
- 8.6 ศิลปะ
- 8.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี
- 8.8 ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

9. ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่นักเรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรมนำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนการสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน

9.1 ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)

9.2 ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

10. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

11. คุณลักษณะที่มุ่งหวังให้เกิดกับผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และ โลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

12. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับ

นักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงแรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

13. คุณภาพผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

13.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

13.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

13.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

13.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

13.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

13.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

13.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

13.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

13.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

13.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

13.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

13.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

13.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

13.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

13.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

13.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

13.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

13.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สำหรับงานวิจัยนี้ทำการศึกษาในรายวิชาเคมี โดยในการจัดการเรียนการสอนนอกจากการสอนตามสาระการเรียนรู้แล้ว ยังมีการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้วย ซึ่งสาระการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้มีสาระที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ดังต่อไปนี้

14. สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้นระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ดังนี้

ว.3.1 ม.4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุ

ว.3.1 ม.4-6/2 วิเคราะห์และอธิบายการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงานนอกสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ว.3.1 ม.4-6/3 อธิบายการจัดเรียงและทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

ว.3.1 ม.4-6/4 วิเคราะห์และอธิบายการเกิดพันธะเคมีใน โครงผลึกและในโมเลกุลของสาร

ว.3.1 ม.4-6/5 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และสถานะของสารกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีตัวชี้วัดตามมาตรฐานการเรียนรู้ในช่วงชั้น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ดังนี้

ว.3.2 ม.4-6/1 ทดลอง อธิบายและเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งอธิบายผลของสารเคมีที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว.3.2 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว.3.2 ม.4-6/3 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดปิโตรเลียม กระบวนการแยกแก๊สธรรมชาติ และการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบ

ว.3.2 ม.4-6/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว.3.2 ม.4-6/5 ทดลองและอธิบายการเกิดพอลิเมอร์ สมบัติของพอลิเมอร์

ว.3.2 ม.4-6/6 อภิปรายการนำพอลิเมอร์ไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งผลที่เกิดจากการผลิตและใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว.3.2 ม.4-6/7 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของคาร์โบไฮเดรต

ว.3.2 ม.4-6/8 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของไขมันและน้ำมัน

ว.3.2 ม.4-6/9 ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ประโยชน์และปฏิกิริยาบางชนิดของโปรตีนและกรดนิวคลีอิก

คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 31222 แผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม มีการพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านสาระการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยการศึกษาและคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน โมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ศึกษาหน่วย และการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ศึกษาและทดลองเตรียมสารละลาย ศึกษาและทดลองและเปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ศึกษาความหมายและเขียนสูตร โมเลกุล สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย และสูตร โครงสร้าง

การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสาร ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี ทดลองและคำนวณหาอัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ศึกษาสมบัติของระบบปิดและระบบเปิด ศึกษาและฝึกคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ศึกษาทดลองและคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาโวกาโดร ศึกษาและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีนั้น ๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณ ผลได้ร้อยละ

ศึกษาสมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ทดลองเตรียมผลึกสาร และศึกษาชนิดของผลึก การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง การหลอมเหลว การระเหิด ศึกษาวิเคราะห์สมบัติของของเหลวเกี่ยวกับความตึงผิว การระเหย ความดันไอ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอของของเหลวต่างชนิด และผลของอุณหภูมิต่อความดันไอ ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความดัน อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊ส และคำนวณหาปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎรวมแก๊ส ศึกษาและคำนวณความดัน ปริมาตร จำนวนโมล มวล และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎแก๊สสมบูรณ์ ศึกษาทดลอง การแพร่และอัตราการแพร่ของแก๊ส การคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และ การคำนวณเกี่ยวกับผลผลิตของปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. คำนวณมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม และมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุได้
2. คำนวณมวลโมเลกุลของสารหรือมวลสูตร และมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ของสาร ซึ่งได้แก่ จำนวนโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP รวมทั้งใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวคำนวณหาปริมาณใดปริมาณหนึ่งได้

4. อธิบายวิธีเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้
 5. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารต่อไปนี้ได้
 - 5.1 สารละลายกับตัวทำละลาย
 - 5.2 สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่ความเข้มข้นต่างกัน
 - 5.3 สารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน
 6. กำหนดหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้
 7. กำหนดหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารได้
 8. เขียนและดุลสมการเคมี เมื่อทราบสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ได้
 9. กำหนดหาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้
 10. สรุปข้อความของกฎเกย์-ลุสแซกและกฎอาโวกาโดร รวมทั้งสามารถใช้กฎทั้งสองคำนวณหาปริมาตรของแก๊สที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมีและสูตรโมเลกุลของแก๊สได้
 11. กำหนดหาจำนวน โมล มวลของสาร ปริมาตรของแก๊สที่ STP หรือจำนวนอนุภาคของสารจากสมการเคมีได้
 12. ระบุสารกำหนดปริมาณและใช้คำนวณหาปริมาณของสารอื่นในปฏิกิริยาเคมีได้
 13. กำหนดหาผลได้ร้อยละของสารจากการทดลองที่กำหนดให้ได้
 14. อธิบายสมบัติบางประการของของแข็งได้
 15. อธิบายเหตุผลที่ทำให้ธาตุบางชนิดปรากฏเป็นรูปต่าง ๆ ได้
 16. อธิบายสมบัติของของเหลวเกี่ยวกับความตึงผิว การระเหยและการเกิดความดันไอได้
 17. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอกับจุดเดือดของของเหลวได้
 18. ใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายสมบัติบางประการของแก๊สได้
 19. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความดัน และปริมาตรของแก๊สได้
 20. ใช้กฎต่าง ๆ ของแก๊สคำนวณหาปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ และจำนวน โมล หรือมวลของแก๊สได้
 21. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่ของแก๊สกับมวลโมเลกุล รวมทั้งสามารถเปรียบเทียบอัตราการแพร่และอัตราการแพร่ผ่านของแก๊สได้
- รวมทั้งหมด 21 ผลการเรียนรู้

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาการทำวิจัยเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งเป็นเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 31222 ภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี โดยมีผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
1. อธิบายวิธีเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้	1. ความเข้มข้นของสารละลาย 2. การเตรียมสารละลาย
2. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารต่อไปนี้ได้ <ul style="list-style-type: none"> 2.1 สารละลายกับตัวทำละลาย 2.2 สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่ความเข้มข้นต่างกัน 2.3 สารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่มีความเข้มข้นเท่ากัน 	3. สมบัติบางประการของสารละลาย
3. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้	4. การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร
4. คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารได้	5. การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล

สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว เตรียมได้จากการผสมสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปเข้าด้วยกัน สารละลายอาจมีตัวละลายมากกว่าหนึ่งชนิด และตัวทำละลายในสารละลายแต่ละชนิดอาจมีปริมาณแตกต่างกัน ซึ่งทำให้สารละลายมีความเข้มข้นไม่เท่ากัน

ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นค่าที่แสดงปริมาณของตัวละลายที่ละลายอยู่ใน

ตัวทำละลาย ซึ่งการบอกความเข้มข้นสามารถบอกได้หลายวิธี ได้แก่ ร้อยละหรือส่วนในร้อยส่วน ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลิตี เศษส่วน โมล

ร้อยละ แบ่งออกเป็น ร้อยละโดยมวล (มวล/มวล) ร้อยละโดยปริมาตร (ปริมาตร/ปริมาตร) และร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (มวล/ปริมาตร)

ส่วนในล้านส่วนและส่วนในพันล้านส่วน เป็นหน่วยที่บอกปริมาณตัวละลายเป็นมวลหรือปริมาตรที่ละลายในสารละลายหนึ่งล้านหน่วย และหนึ่งพันล้านหน่วย ตามลำดับ

โมลาริตีหรือเรียกอีกอย่างว่า โมลาร์ เป็นจำนวน โมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตร หรือ 1 ลิตร

โมแลลิตี หรือ โมแลล เป็นจำนวน โมลของตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1 กิโลกรัม มีหน่วยเป็น โมลต่อกิโลกรัม

เศษส่วนโมล เป็นอัตราส่วนจำนวน โมลของสารนั้นต่อจำนวน โมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย

ในปฏิบัติการเคมีต้องมีการเตรียมสารละลาย เพื่อให้ได้ให้ตรงกับความต้องการ ซึ่งมีทั้งการเตรียมจากสารบริสุทธิ์ การเตรียมจากการเจือจางจากสารละลายเข้มข้น

สารละลายที่ต่างชนิดกันหรือมีความเข้มข้นต่างกันจะส่งผลให้มีสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น จุดเดือด จุดหลอมเหลว และจุดเยือกแข็ง

สารแต่ละชนิดมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกันและมีอัตราส่วนจำนวนอะตอมของธาตุแตกต่างกัน จึงมีการกำหนดประเภทสูตร ได้แก่ สูตรเอมพีริคัลหรือสูตรอย่างง่าย สูตรโมเลกุล และสูตร โครงสร้าง ซึ่งสามารถคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตรได้

การคำนวณหาสูตรเอมพีริคัลเพื่อหาอัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบและจากนั้นก็จะสามารถนำไปคำนวณเพื่อหาสูตรโมเลกุลได้

จากการศึกษาหลักสูตรของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถานศึกษาซึ่งใช้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ของสถานศึกษา รวมทั้งสาระการเรียนรู้ ซึ่งให้เห็นว่าในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 นี้มีความเชื่อมโยงกันในเรื่องของเนื้อหาสาระและการนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา จึงมีการจัดการเรียนการสอนทั้งสาระการเรียนรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นเนื้อหาในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ที่ต้องเน้นการสอนในด้านของสาระการเรียนรู้ เพื่อสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนจึงเหมาะสำหรับการให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและมีวิธีการที่ให้ได้ว่าซึ่งคำตอบอย่างถูกต้องเพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค

KWDL ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์ (Piaget) เกิดที่เมือง Neuchatel ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ในปี ค.ศ. 1896 บิดาเป็นนักประวัติศาสตร์ เพียเจต์เป็นผู้ที่มีความสนใจด้านชีววิทยามากและจบปริญญาเอกทางด้านนี้ แต่เมื่อสำเร็จจากมหาวิทยาลัยแล้ว กลับมาสนใจด้านจิตวิทยาและได้เข้าทำงานกับ Binet ในปารีส เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบเชาวน์ปัญญา ในระหว่างการทำงาน เพียเจต์พบว่าวิธีการคิดและการให้เหตุผลในสิ่งต่าง ๆ ของเด็กน่าสนใจมาก เพราะแตกต่างจากผู้ใหญ่ ประกอบกับสนใจในปรัชญาแขนงที่เกี่ยวกับ “ความรู้” ทำให้เขาสนใจในพัฒนาการทางความคิดและได้เริ่มศึกษาจากบุตรชายและหญิงของตนเอง ซึ่งจากการสังเกตนี้ทำให้เขาได้สร้างทฤษฎีพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดขึ้น โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1924 (พรณี ช. เจนจิต, 2545, หน้า 129-130)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544, หน้า 90-92) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ตามลำดับอายุ ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นที่กล่าวถึงการแก้โจทย์ปัญหา คือ

ขั้นที่ 1 ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor stage) ตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะรู้เฉพาะสิ่งที่เป็นรูปธรรม มีความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านความคิดความเข้าใจ การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา และการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ต่อสภาพจริงรอบตัว เด็กในวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก ความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กอยู่ในขีดจำกัด

ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียมสำหรับความคิดที่มีเหตุผล (Preparational stage) อยู่ในช่วงอายุ 2-7 ปี เพียเจต์ได้แบ่งขั้นนี้ออกเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ

1. Preconceptual thought เด็กวัยนี้อยู่ในช่วง 2-4 ปี เด็กวัยนี้มีความคิดรวบยอดในเรื่องต่าง ๆ แล้วเพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มียุทธวิธี เด็กสามารถใช้ภาษาและความเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ แต่การใช้ภาษานั้นยังเกี่ยวกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล เด็กยังไม่เข้าใจเรื่องความคงที่ของปริมาณ

2. Intuitive thought อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 4-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้แม้ว่าจะเริ่มมีเหตุผลมากขึ้น แต่การคิดและการตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับความรู้มากกว่าความเข้าใจ เด็กเริ่มมีปฏิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้นมีความสนใจอยากรู้อยากเห็นและมีการซักถามมากขึ้น มี

การเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิดอย่างไรก็ตาม ความเข้าใจของเด็กวัยนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอกนั่นเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete operational stage) อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี เด็กวัยนี้ สามารถใช้สมองในการคิดอย่างมีเหตุผล แต่กระบวนการคิดและการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหาายังต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม จุดเด่นของเด็กวัยนี้ คือ เริ่มมีเหตุผลสามารถคิดกลับไปกลับมาได้ เด็กเริ่มมองเห็นเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ ได้หลายแง่มุมมากขึ้น สามารถตั้งกฎเกณฑ์นำมาใช้ในการแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ เป็นหมวดหมู่ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal operational stage) อยู่ในช่วงอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้พัฒนามาถึงขั้นสูงสุด เด็กจะเริ่มเข้าใจกฎเกณฑ์ทางสังคมได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้ได้โดยใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ เด็กรู้จักคิดตัดสินใจ มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น สนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม และสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2554, หน้า 48-50) กล่าวว่าเพียเจต์เชื่อว่าคนเราทุกคนตั้งแต่เกิดมา มีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เป็นผู้พร้อมที่เริ่มกระทำก่อน (Active) นอกจากนี้เพียเจต์ถือว่ามนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานที่คิดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ

1. การจัดและรวบรวม (Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายใน เข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่องกัน เป็นระเบียบ และมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา トラบที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

2. การปรับตัว (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออยู่ในสภาพสมดุล ประกอบด้วยกระบวนการ 2 อย่างคือ

- 2.1 การซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ (Assimilation) เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมก็จะซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ ให้รวมเข้าอยู่ในโครงสร้างของสติปัญญา (Cognitive structure)

- 2.2 การปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญา (Accommodation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงแบบโครงสร้างของเขาวนปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม หรือประสบการณ์ใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่

เพียเจต์ กล่าวว่า ระหว่างระยะเวลาตั้งแต่วัยทารกจนถึงวัยรุ่น คนเราจะค่อย ๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น เพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางเขาวนปัญญาเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. **ขั้นระดับเขาวนปัญญา** หมายถึง ระยะเวลาที่ก่อตั้งริเริ่มและรวบรวมความรู้คิด (Mental operation) หรือเริ่มพัฒนาเขาวนปัญญา
 2. การบรรลุถึงขั้นเขาวนปัญญาขั้นหนึ่ง จะเป็นรากฐานสำหรับพัฒนาการทางเขาวนปัญญาขั้นต่อไป
 3. ระดับขั้นของพัฒนาการทางเขาวนปัญญาเป็นสิ่งที่ขึ้นไปตามขั้นไม่สับสน
 4. **ขั้นพัฒนาการของเขาวนปัญญา** แต่ละขั้นเป็นรากฐานของขั้นต่อไป
- เพียเจต์ถือว่าเด็กทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งทำให้เกิดพัฒนาการเขาวนปัญญา แบ่งเป็น 4 องค์ประกอบคือ วุฒิภาวะ (Maturation), ประสบการณ์ (Experience), การถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) และกระบวนการพัฒนาสมดุล (Equilibration)

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ จะเห็นได้ว่าเพียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการของมนุษย์ออกเป็นขั้น ๆ โดยเริ่มตั้งแต่อายุ 2 ปีเป็นต้นไป ดังนั้นในการที่จะส่งเสริมการพัฒนาทางสติปัญญาของผู้เรียนจึงจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนเพื่อให้เกิดกระบวนการคิดให้ได้สูงสุด และจากการศึกษาทำให้ทราบว่ามนุษย์มีทักษะที่เป็นพื้นฐานติดตัวมาแต่เกิดคือการจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ให้เข้ากันอย่างเป็นระบบและการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งในที่นี้คือการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีการปรับตัวและสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองโดยผ่านการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์และการปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามทฤษฎีนี้จะอยู่ในช่วงของการมีความสามารถในการคิดแบบนามธรรม วิชาเคมีก็เป็นวิชาที่มีความเป็นนามธรรมอยู่มาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือจัดประสบการณ์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการคิดมากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของไวทสกี (Vygotsky)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คิดค้นโดยไวทสกี (Vygotsky) ซึ่งผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซียและเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่าง ๆ ในยุโรป มีทฤษฎีการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ซึ่งสรุปได้ดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 37)

ทฤษฎีการเรียนรู้

ผู้เชี่ยวชาญชื่อ เลฟ ไวทสกี (Lev Vygotsky) ได้ใช้ทฤษฎีนี้และให้ทัศนะว่า สังคมและวัฒนธรรมเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งเสริมความฉลาดและกระบวนการเรียนรู้ในพัฒนาการของเด็ก

ไวท์ฮอปกินส์เชื่อว่า ตัวเรามีปฏิกริยามีสื่อสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรมซึ่งจะทำให้เราเป็นมนุษย์ที่มีความฉลาดและแตกต่างจากสัตว์ เขายังได้ย้ำว่าเด็กเรียนรู้สัญลักษณ์ต่าง ๆ และคำพูดเป็นครั้งแรกจากสังคม ซึ่งความฉลาด ความสามารถในการสื่อสารด้านภาษาอังกฤษนี่เองเป็นพื้นฐานที่ทำให้เด็กแตกต่างจากสัตว์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 221)

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2554, หน้า 62) กล่าวว่า ไวท์ฮอปกินส์แบ่งระดับของเชาวน์ปัญญาออกเป็น 2 ชั้น คือ

1. ระดับเชาวน์ปัญญาเบื้องต้น (Elementary mental processes) หมายถึง เชาวน์ปัญญามูลฐานตามธรรมชาติโดยไม่ต้องเรียนรู้
2. ระดับเชาวน์ปัญญาขั้นสูง (Higher mental processes) หมายถึง เชาวน์ปัญญาที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่ทำให้การอบรมเลี้ยงดูถ่ายทอดวัฒนธรรมให้โดยใช้ภาษา เด็กจะมีความคิดรวบยอด สัญลักษณ์ต่าง ๆ ช่วยให้เด็กเข้าใจสิ่งแวดล้อม ภาษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการคิด ภาษาจึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา

ไวท์ฮอปกินส์แบ่งระดับพัฒนาการทางภาษาเป็น 3 ชั้น คือ

1. ภาษาที่ใช้ในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นซึ่ง ไวท์ฮอปกินส์ให้ชื่อว่า “ภาษาสังคม” (Social speech) แรกเกิด-3 ขวบ เป็นขั้นแรกของพัฒนาการทางภาษา เด็กจะใช้ภาษาเพื่อแสดงความคิดหรืออารมณ์และในการควบคุมพฤติกรรมผู้อื่น
2. ภาษาที่พูดกับตนเอง (Egocentric speech) (3-7 ขวบ) เด็กวัยนี้จะใช้ภาษากับตนเองโดยไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับใคร ซึ่งมีบทบาทในการประสานความคิดและพฤติกรรมหรือการแสดงออก
3. ภาษาที่พูดในใจเฉพาะตนเอง (Inner speech) 7 ขวบขึ้นไป ภาษาที่พูดในใจเป็นตัวแปรสำคัญในพัฒนาการเชาวน์ปัญญาขั้นสูง ไวท์ฮอปกินส์พบว่าเด็กจะใช้ภาษาที่พูดในใจบ่อยขึ้นตามอายุและเมื่อพบปัญหาที่ซับซ้อน

การเรียนรู้ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการของไวท์ฮอปกินส์

แนวคิดของไวท์ฮอปกินส์เรื่องพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ และการเสริมต่อการเรียนรู้ พื้นที่รอยต่อพัฒนาการเป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงกับระดับพัฒนาการที่สามารถเป็นไปได้ เด็กสามารถแก้ปัญหาที่ยากเกินกว่าระดับพัฒนาการที่แท้จริงของเขาได้ หากได้รับการแนะนำช่วยเหลือหรือได้รับความร่วมมือจากผู้ที่เชี่ยวชาญที่มีความสามารถมากกว่า การเสริมต่อการเรียนรู้เป็นบทบาทผู้สอนในการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนและเตรียมการชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเพื่อให้ผู้เรียน ไปสู่พัฒนาการในระดับที่สูงขึ้น

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development) เป็นหนึ่งในมโนทัศน์ของ

เลฟ เซเมโนวิช ไวทอตสกี (Lev Semenovich Vygotsky) ที่มีชื่อเสียงเป็นอย่างมาก ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้และพัฒนาการ และเป็นที่ยอมรับเป็นอย่างดีในวงการการศึกษาของเด็กปฐมวัยและพัฒนาการเด็กว่าเด็กเรียนรู้และพัฒนาความคิดความเข้าใจตนเองได้อย่างไร พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ คือ บริเวณที่เด็กกำลังจะเข้าใจในบางสิ่งบางอย่าง จากการเป็นครูและนักวิจัยของเขา เขาตระหนักอยู่เสมอว่าเด็กมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เกินกว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของเขาที่จะทำได้ หากเขาได้รับคำแนะนำ ถูกกระตุ้น หรือชักจูงโดยใครบางคนที่มีสติปัญญาที่ดีกว่า บุคคลเหล่านี้อาจเป็นเพื่อนที่มีความสามารถ นักเรียนคนอื่น ๆ พ่อแม่ ครู หรือใครก็ได้ที่มีความเชี่ยวชาญ ไวทอตสกีได้ให้คำนิยามพื้นที่รอยต่อพัฒนาการนี้ว่า

“ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่แท้จริง ซึ่งกำหนดโดยลักษณะการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลกับระดับของศักยภาพแห่งพัฒนาการที่กำหนด โดยผ่านการแก้ปัญหภายใต้อำนาจแนะนำของผู้ใหญ่ หรือในการร่วมมือช่วยเหลือกับเพื่อนที่มีความสามารถเหนือกว่า” และได้กล่าวสนับสนุนอีกว่า

“พื้นที่รอยต่อพัฒนาการในวันนี้ จะเป็นระดับของพัฒนาการในวันพรุ่งนี้ อะไรก็ตามที่เด็กสามารถทำได้โดยอยู่ภายใต้ความช่วยเหลือในวันนี้ วันพรุ่งนี้เขาจะสามารถทำได้ด้วยตัวของเขาเอง เพียงได้รับการเรียนรู้ที่ดีก็จะนำมาซึ่งพัฒนาการที่เจริญขึ้น” (Vygotsky, 1978, pp. 86-89)

ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเรียนรู้และพัฒนาการเชาวน์ปัญญา

ไวทอตสกีถือว่าการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างเด็กและผู้ใหญ่ (พ่อ แม่ หรือครู) และเพื่อนในขณะที่เด็กอยู่ในสภาพสังคม (Social context) ไวทอตสกีอธิบายการเรียนรู้และพัฒนาการเชาวน์ปัญญาว่า เกิดจากการที่ผู้เรียนเปลี่ยนสิ่งเร้าที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเข้าไว้ในใจด้วย การใช้กลไก (Mediation means) ซึ่งไวทอตสกีแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือและเครื่องหมาย 3 ชนิด (Indexical, Iconic และ Symbolic) (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 63-64)

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการเชาวน์ปัญญาของไวทอตสกีซึ่งได้ถือว่าการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคม วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม เด็กจะได้รับการพัฒนาทางภาษามาเรื่อย ๆ ตั้งแต่แรกเกิดซึ่งภาษามีบทบาทในการประสานความคิดทำให้เกิดการพัฒนาเชาวน์ปัญญาขั้นสูงได้ นอกจากนี้ไวทอตสกีได้เน้นถึงพื้นที่รอยต่อพัฒนาการซึ่งเป็นบริเวณที่ผู้เรียนกำลังจะเข้าใจบางสิ่งบางอย่างซึ่งเกินกว่าความสามารถที่จะทำได้แต่ถ้าได้รับคำชี้แนะก็จะทำให้ผู้เรียนได้กลายเป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้น ๆ ได้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดกระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดรู้จักการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และมีปฏิสัมพันธ์ในสังคมร่วมกันกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน โดยที่มิครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำชี้แนะและช่วยเหลือเพียงเท่านั้น ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้มี

ปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นแล้วจะช่วยให้ผู้เรียน ได้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอันจะส่งผลให้เกิดความคิดที่หลากหลาย นำไปสู่การพัฒนาการทางด้านความรู้และเมื่อครูจัดสถานการณ์ที่เป็น โจทย์ปัญหาใหม่ ๆ นอกจากผู้เรียนจะได้ฝึกคิดแล้วครูก็จะเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำกับผู้เรียนด้วยซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง (Constructivism)

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) กล่าวถึงคอนสตรัคติวิซึ่มว่าเป็นทฤษฎีความรู้ที่ใช้อธิบายว่าเรารู้ได้อย่างไร และเรารู้อะไรบ้าง คอนสตรัคติวิซึ่มจึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องของความรู้และการเรียนรู้ซึ่งเชื่อว่าการได้มาซึ่งความรู้ของแต่ละคนถ่ายทอดกันไม่ได้แต่ใช้กระบวนการทางสังคมทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันได้ ทำให้ความรู้จากความรู้ส่วนบุคคล (Personal knowledge) ไปสู่ความรู้สาธารณะ (Public knowledge) และพัฒนาไปเป็นความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ (Expertise knowledge) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในแวดวงของความรู้ในเฉพาะสาขา แต่ความรู้เป็นสิ่งที่ไม่ตายตัวเปลี่ยนแปลงได้

วิณา ประชาณุกุล และ ประสาท เนืองเฉลิม (2554, หน้า 56-59) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ไว้ว่าเป็นความเชื่อพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่เป็นทฤษฎีทางด้านปรัชญาและจิตวิทยา เกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ที่เชื่อว่าความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างความเข้าใจในความรู้จากประสบการณ์ โดยกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองของแต่ละบุคคล การเรียนรู้เป็นทั้ง Personal และ Social process ที่บุคคลต้องเรียนรู้เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่อย่างมีความหมาย ทำให้เกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive structure) ที่ใช้ทั้งกระบวนการดูดกลืน (Assimilation) และกระบวนการปรับให้เหมาะสม (Accommodation) ช่วยทำให้เกิดสภาวะสมดุล

แนวคิดที่สำคัญของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม

แวน กลาเซอร์ฟีลด์ (Van Gllasersfeld, 1989 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 82) ได้กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึ่ม เป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวคน ทฤษฎีของความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ ดังนี้

1. ความรู้ที่ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ
2. หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมดแต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

สตีฟและเกลล์ (Steffe and Gale, 1995 อ้างถึงใน ชนาธิป พรกุล, 2554, หน้า 73) ได้กล่าว
ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้มีแนวคิดที่สำคัญและมีความแตกต่าง 3 แนวคิด ดังนี้

1. Exogenous constructivism มีแนวคิดที่ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มียู่ในโลก การสร้างความรู้
เป็นการสร้างสิ่งที่มีอยู่ในโลกแล้วอีกครั้ง โดยการสอน การให้ประสบการณ์ ความรู้ที่ถูกต้องต้อง
ตรงกับความจริงที่มีอยู่ในโลก เหมาะกับการสอนที่ครูต้องการให้ผู้เรียนได้ความรู้ตามศาสตร์ที่
ถูกต้อง

2. Endogenous constructivism มีแนวคิดว่าการสร้างความรู้ไม่ได้เกิดจากการสอน
ประสบการณ์ หรือการปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลในสิ่งแวดล้อมโดยตรง แต่ความรู้พัฒนาผ่านกิจกรรม
ทางปัญญาที่เป็นนามธรรม เหมาะกับการสอนที่ครูต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถไป
ตามลำดับที่สูงขึ้น

3. Dialectical constructivism มีแนวคิดต่างจาก 2 แนวคิดแรกที่คิดต่างจากกัน แนวคิดนี้
ความรู้ได้มาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเขา เหมาะกับการสอนที่ทำ
ทลายความคิดของผู้เรียน และใช้กระบวนการกลุ่ม

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2542, หน้า 15) ได้กล่าวถึง แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่มี
ความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้
จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เกิดเป็น โครงสร้างทาง
ปัญญา ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วย
ผู้เรียนปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา
หรือเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับ
ประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็น
ความรู้ใหม่

นอกจากนี้ วัชราน เล่าเรียนดี (2554, หน้า 71) ได้กล่าวถึงแนวคิดสำคัญเกี่ยวกับหลักการ
ของทฤษฎีการสร้างความรู้ ว่าดังนี้

1. การเรียนรู้ คือ การเสาะหาความหมาย
2. ความหมายต้องอาศัยความเข้าใจภาพรวมเช่นเดียวกับเข้าใจรูปแบบการทำงานของ
สมองของผู้เรียน
3. เพื่อการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูต้องเข้าใจรูปแบบการทำงานของ
สมองของผู้เรียน
4. วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ คือ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความหมายของการเรียนรู้ด้วย
ตัวเองไม่เพียงแต่จำคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น

จากการศึกษาทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม สรุปได้ว่าเป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นภายในตัวบุคคลซึ่งเป็นการที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยกระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการคิดซึมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการปรับให้เหมาะสมโดยเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยควรที่จะจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์ให้กับผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่พร้อมกับการทำให้ผู้เรียนได้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้เพื่อใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner, 1963 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 26-27) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของการพัฒนาการทางสติปัญญาต่อเนื่องจากเพียเจต์ บรูเนอร์เชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตัวเอง (Discovery learning) แนวคิดที่สำคัญ ๆ ของบรูเนอร์ มีดังนี้

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก
2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ
3. การคิดแบบหยั่งรู้ (intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้
4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้
5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ชั้นใหญ่ ๆ คือ
 - 5.1 ชั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือ ชั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ดี การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ
 - 5.2 ชั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic stage) เป็นชั้นที่เด็กสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้
 - 5.3 ชั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic stage) เป็นชั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้
6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
7. การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุด คือ การให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Discovery learning)

จากทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ สรุปได้ว่ามนุษย์เลือกที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจ ซึ่งการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองจะเป็นการเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยคิดว่าควรจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้สอนกำลังจะสอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่ต้องการสอนและจะส่งผลให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยสามารถเข้าใจในธรรมชาติและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยจึงได้นำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ประกอบในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา กล่าวคือ การจัดประสบการณ์และกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เน้นให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตลอดจนส่งเสริมให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 16) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนด เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง บทบาทครู คือ ผู้ให้ความกระจ่างและผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียน “ค้นพบ” ข้อมูลและจัดระบบความหมายของข้อมูลของตนเอง ครูต้องฝึกทักษะและกระบวนการสืบค้น (Inquiry process) ให้กับผู้เรียนก่อนให้เขาสืบค้นข้อความรู้ ประเด็นปัญหาที่ครูเลือกให้ผู้เรียนศึกษา ควรสัมพันธ์กับหลักสูตร และสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน ครูจะต้องตระหนักเสมอว่าต้องเน้นที่ “กระบวนการ” มากกว่าผลที่ได้จากกระบวนการ และครูต้องตรวจสอบว่าได้จัดสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอ รวมทั้งมีสื่อและแหล่งวิทยาการที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 136) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วย

ตนเอง สรุปลงเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สุคนธ์ สิ้นทรพานนท์และคณะ (2545, หน้า 194) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะว่า เป็นวิธีสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา หรือการแสวงหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิด เพื่อแสวงหาความรู้ และค้นพบคำตอบด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้สร้างความสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย คิดหาคำตอบ ช่วยจัดสถานการณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ และอาจร่วมมือกับนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอด หรือหลักการที่ถูกต้อง

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 147) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาคำความจริง ด้วยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถสรุปได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้หรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างมีกระบวนการ มีเหตุผลและสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย สนใจที่จะศึกษาค้นคว้า

ความเป็นมาและแนวความคิดเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การจัดการเรียนรู้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 1977 คาร์พลัสและคณะ (Karplus et al., 1977 อ้างถึงใน จันทรพร พรหมมาศ, 2541, หน้า 16-19) ได้พัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางวงจรการเรียนรู้ (The learning cycle) สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study หรือ SCIS) โดยเน้นการเรียนรู้ที่ใช้การสังเกต และประสบการณ์ของนักเรียนเป็นพื้นฐาน โดยแบ่งเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ขั้นการสร้างความรู้ (Invention) ขั้นการค้นพบ (Discovery) ต่อมาคาร์พลัสได้ปรับชื่อขั้นการสร้างความรู้ (Invention) เป็นขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction) และขั้นการค้นพบ (Discovery) เป็นขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application) ซึ่งแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration)** เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถามและคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก ครุมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน

2. **ขั้นการสร้างมโนทัศน์ (Concept introduction)** เป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะนักเรียนให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ปฏิบัติในขั้นการศึกษาสำรวจ ขั้นนี้ครุมีบทบาทช่วยแนะนำและอธิบายศัพท์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่

3. **ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept application)** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้ว มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ ทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

มาร์ติน และคณะ (Martin et al., 1994 อ้างถึงใน จันทร์พร พรหมมาศ, 2541, หน้า 21-22) ได้เสนอขั้นตอนตามวงจรการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้น ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

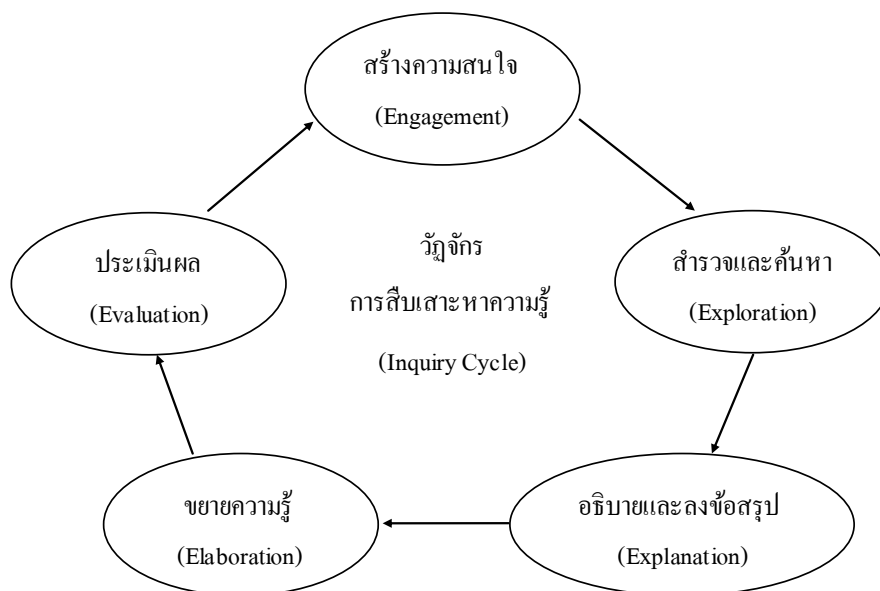
1. **ขั้นการสำรวจ (Exploration)** เป็นขั้นที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้แนะนำเตรียมกิจกรรมและจัดหาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ครูอาจตอบคำถามหรือซักถามเพื่อแนะนำการสังเกต ให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะการคิด ส่วนนักเรียนเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง

2. **ขั้นการอธิบาย (Explanation)** เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสปรับโครงสร้างทางความคิด นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเพื่อสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะและจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนให้เหมาะสมแก่นักเรียน

3. **ขั้นการขยายมโนทัศน์ (Expansion)** เป็นขั้นที่นักเรียนจัดและรวบรวมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับแล้วมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ ครูอาจเสนอตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์สำหรับศึกษาสำรวจเพิ่มเติมให้แก่ นักเรียน

4. **ขั้นการประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นที่สามารถทำได้ทุกขั้นตอนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ไบบีและคณะ (Bybee et al., 1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165) ได้จัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเสนอการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนววงจรการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น (5E) ดังแสดงในภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 วงจรการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5E ของ BSCS (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220 อ้างถึงใน สมบัติ การจนารักพงศ์, 2549, หน้า 6)

ในการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5E ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 219-220 อ้างถึงใน สมบัติ การจนารักพงศ์, 2549, หน้า 4-5)

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่อง ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

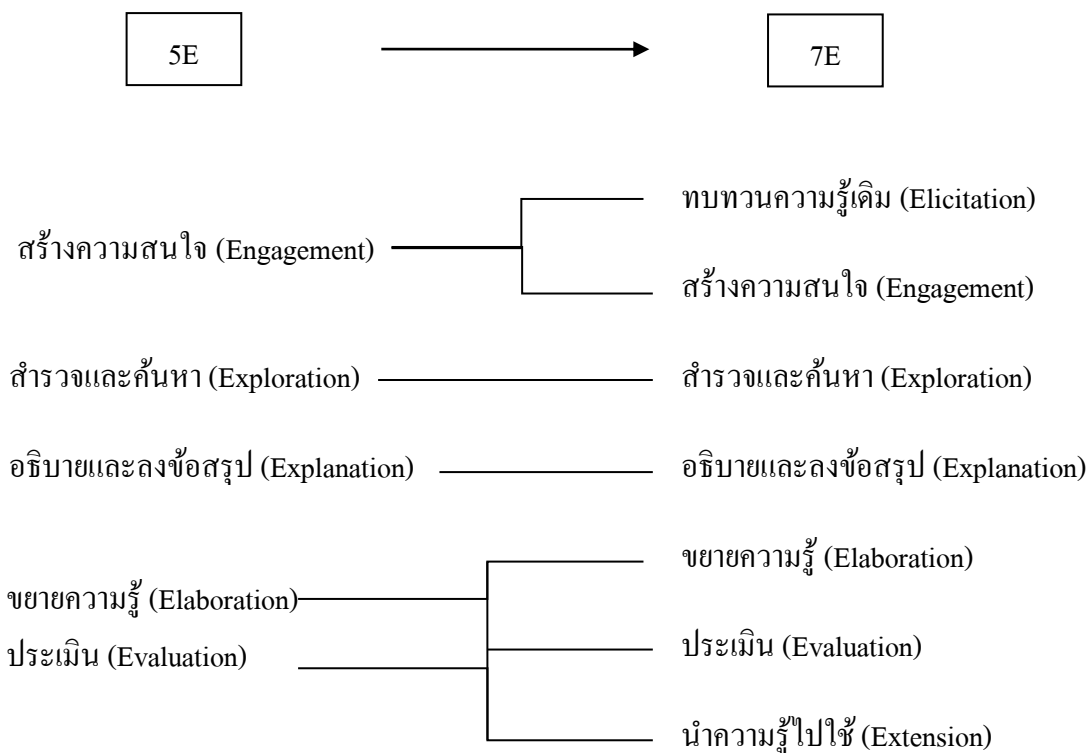
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบ

ต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลัก และหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

ต่อมาอาเธอร์ ไอซ์เซนคราฟต์ (Arthur Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง 7E โดยปรับขยายจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 5E ดังแสดงในภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 การขยายขั้นตอนจาก 5E เป็น 7E (Eisenkraft, 2003, p. 57)

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E หรือการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น ตามแนว คิดของ Eisenkraft (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59) มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation) เป็นขั้นที่ครูจะต้องเข้าใจและรู้ว่านักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับบทเรียน โดยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน ได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่านักเรียนแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมแตกต่างกันอย่างไร
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่มีความจำเป็นในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตื่นตัวและสนใจเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนหรือเรื่องที่เกิดจากความสงสัย หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางควรสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ สังเกต ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. **ชั้นอธิบาย (Explanation)** ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจ ตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในด้านนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. **ชั้นขยายความคิด (Elaboration)** เป็นโอกาสของนักเรียนที่จะได้การนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

6. **ชั้นประเมินผล (Evaluation)** ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่น ๆ

7. **ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)** ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้”

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเพิ่มสำคัญของขั้นทบทวนความรู้เดิม และขั้นนำความรู้ไปใช้ เพราะขั้นทบทวนความรู้เดิมจะช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ และในขั้นการนำไปใช้เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีความสามารถในการนำองค์ความรู้ที่สร้างใหม่ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่อาจคล้ายกับสถานการณ์เดิม หรือไม่อาจเป็นการกระตุ้นให้เกิดคำถามในปัญหาใหม่ได้

ประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2550, หน้า 27-30) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อันจะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์ไว้ให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ บนพื้นฐานความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ควรเป็น ดังนี้

ตาราง 2-2 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	ตั้งคำถาม/ กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ ประสบการณ์เดิมของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความสนใจ (Engage)	- สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระจายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/ สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจค้นหา (Explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะและคำปรึกษา	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่
4. อธิบาย (Explain)	- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด	- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ใหม่ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ตารางที่ 2-2 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาเอกสารของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยเน้นความสำคัญของผู้เรียนให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งครูผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุนชี้แนะ ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีกระบวนการทั้งหมด 7 ขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมินและขั้นนำความรู้ไปใช้

เทคนิค KWDL

Shaw et al. (1997, pp. 483-485) ได้พัฒนาเทคนิค KWDL มาจาก Ogle's (1986) ซึ่งคือเทคนิค KWL ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยให้เข้าใจและปรับปรุงประสิทธิภาพในการอ่าน เมื่อมีการพัฒนาได้มีการเติม "D" เข้าไป ซึ่งสามารถใช้ในการช่วยแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

K (What I know) เป็นขั้นที่มีความเกี่ยวข้องกับการอ่านและอภิปรายโจทย์ว่าให้ข้อมูลอะไรบ้าง

W (What I want to find out) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องทราบว่าจะโจทย์ถามอะไร มีความหมายอย่างไร และจะวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหานี้อย่างไร

D (What I did) เป็นขั้นที่มีการลงมือทำเพื่อหาคำตอบจากวิธีการที่ได้วางแผนไว้

L (What I learned) เป็นการตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์ถามหรือเป็นการอธิบายเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

วัชรวิภา เถาเรียนดี (2554, หน้า 130) กล่าวว่า เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากเทคนิค KWL ของโอเกิล (Ogle, 1986) ที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกัน การดำเนินตามลำดับขั้นตอน KWDL จะช่วยชี้นำการคิดแนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น จากนั้นยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ความต้องการเร้าใจนักศึกษาได้เป็นอย่างดี ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

K: เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์)

W: เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we want to know) โจทย์ให้อะไรหรือ โจทย์บอกอะไรบ้าง

D: เราทำอะไร, อย่างไรและหาคำตอบ (What we do) หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

L: เราเรียนรู้จากอะไร (การดำเนินการ ขั้นที่ 3) (What we learned) ซึ่งคือคำตอบสาระความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554, หน้า 44) กล่าวว่า KWDL ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาแต่ยังคงสาระเดิมไว้ เพิ่มเพียงการเขียนผังความสัมพันธ์ทางความหมาย (Semantic mapping) สรุปเรื่องที่อ่านและมีการนำเสนอเรื่องจากฝั่งอันเป็นการพัฒนาทักษะการเขียนและพูด นอกเหนือไปจากทักษะการฟังและการอ่าน โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การสอนทักษะภาษา แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในวิชาอื่น ๆ ที่มี การอ่านเพื่อทำความเข้าใจ เช่น วิชาสังคม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น เพราะผู้เรียนจะได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมายตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูล เพื่อดึงมาใช้ภายหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีประโยชน์ในการฝึกทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ เขียนสรุปความ และนำเสนอ โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งคือคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 3 ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 395) กล่าวว่า KWDL พัฒนาโดย ชอและคณะ (Shaw et al., 1997) ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยชอและคณะ ได้เสนอแนะว่าเป็นการสอนที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เพราะสาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่แก้โจทย์ ปัญหาไม่ได้ นั่นเนื่องมาจากนักเรียนไม่เข้าใจคำและภาษาใน โจทย์ อ่านโจทย์แล้วไม่ทราบว่า จะใช้วิธีใดคำนวณ และยังขาดยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา จึงจำเป็นต้องสอนให้นักเรียนมี ความสามารถในการตีความหรือเข้าใจภาษาโจทย์ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ง่ายขึ้น

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 130-131) ได้นำเสนอการกำหนดขั้นตอนของ KWDL การมี คำถามนำเพื่อให้แสวงหาข้อมูลตามที่ตามที่ต้องการในแต่ละขั้น จะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำกระบวนการหรือเทคนิค KWDL ไปใช้สอนต้องมีแผนผัง ประกอบให้เห็นชัดเจนทุกคน การร่วมกันทำแบบฝึกหัด นักเรียนจะต้องมีแผนผัง KWDL ของ ตัวเองเพื่อเติมข้อความด้วยเช่นกัน แต่ควรจะให้ใช้ร่วมกัน 2 คน ต่อ 1 ชุด จะเหมาะสมกว่า เพื่อมุ่ง ส่งเสริมการทำงานร่วมกันร่วมคิดแก้ปัญหาตามหลักการร่วมมือกันเรียนรู้ ตัวอย่างแผนผัง KWDL ดังตาราง 2-3

ตาราง 2-3 ตาราง KWDL: โจทย์ปัญหา

K	W	D	L
โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไรบ้าง/ มีวิธีการอย่างไร ใช้วิธีอะไรได้บ้าง	ดำเนินการ ตามกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา	คำตอบที่ได้ และ คิดคำตอบอย่างไร
1.....	1.....	แสดงวิธีทำ.....	คำตอบ.....
2.....	2.....	วิธีที่ 1.....	
3.....	3.....	วิธีที่ 2.....	สรุปขั้นตอน

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่มีการใช้คำถามหรือ โจทย์ ปัญหาเป็นตัวกำหนดประเด็นให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและผู้เรียนจะ ได้รับการฝึกให้ตระหนักในกระบวนการทำความเข้าใจตนเอง การวางแผน ตั้งจุดมุ่งหมาย

ตรวจสอบความเข้าใจในตนเอง การจัดระบบข้อมูลเพื่อดึงมาใช้ภายหลัง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน คือ K (โจทย์บอกระบบ), W (โจทย์ให้หาอะไรบ้าง), D (ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา) และ L (คำตอบที่ได้)

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีเพิ่มเติม ในเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่เน้นการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนอกจากที่ผู้เรียนจะต้องมีองค์ความรู้ในเนื้อหาแล้ว ผู้เรียนต้องมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบร่วมด้วยจึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น เทคนิค KWDL จึงเป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค

KWDL

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E กับ เทคนิค KWDL ผู้วิจัยจึงสรุปการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้ผู้เรียนได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยครูผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้แล้วสรุปเป็นหลักการด้วยตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมที่แตกต่างกันอย่างไร
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งอาจเริ่มจากความสนใจที่เกิดจากกิจกรรมที่ครูยกตัวอย่างหรือจัดสถานการณ์ให้ หรือเรื่องที่ที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรารู้มาแล้ว โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ตอบคำถาม และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา
3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูให้ออกาสักเรียนวางแผนกำหนดแนวทาง

การสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้คอยให้คำแนะนำและยกตัวอย่าง โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่จะศึกษาซึ่งนักเรียนจะต้องใช้เทคนิค KWDL เข้ามาร่วมแก้โจทย์ปัญหานั้น

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

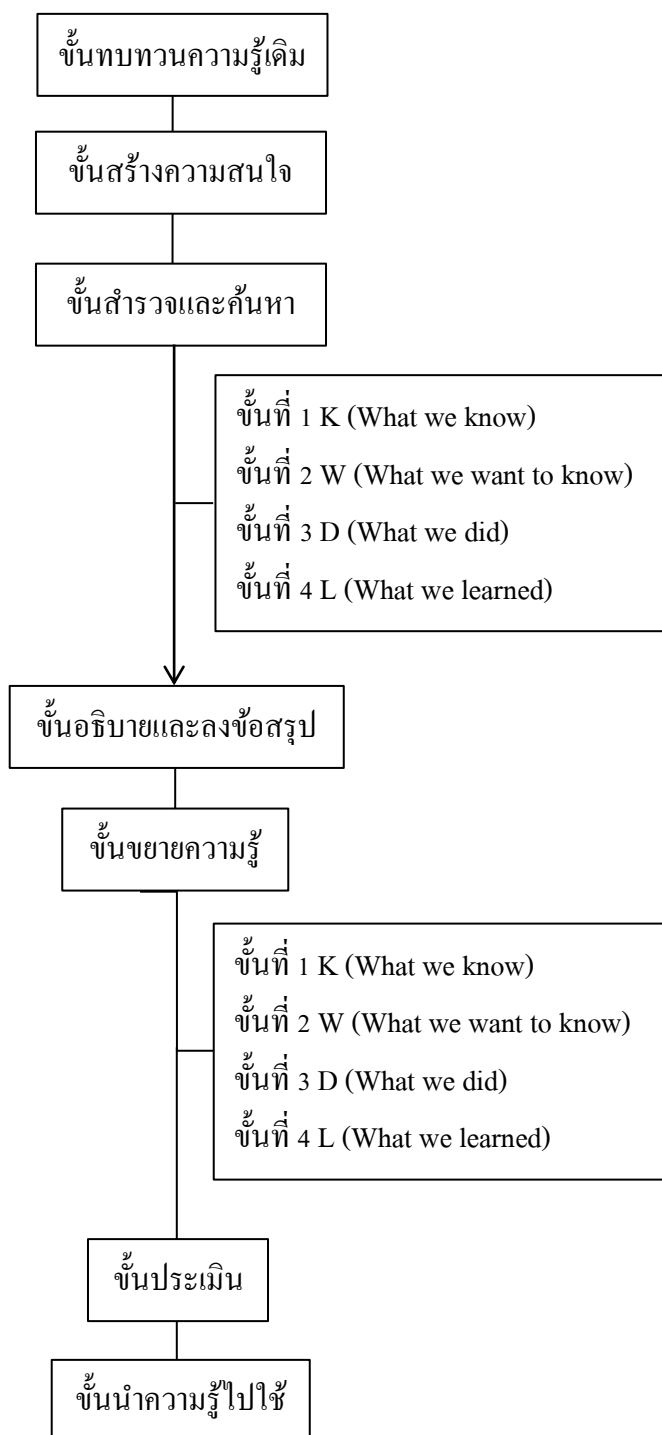
ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือคำตอบที่ได้

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป หรือใช้ตาราง KWDL เป็นต้น

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้ลึกกว้างขวางลึกซึ้งขึ้น ซึ่งในสถานการณ์ใหม่จะใช้เทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ ๆ ให้กับนักเรียน

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปัญหาใหม่ขึ้นซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2-3 การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค

KWDL

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ วัชรวารการ (2542, หน้า 143) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แต่คนส่วนมาก เข้าใจว่าผลสัมฤทธิ์เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในโรงเรียน และมองในแง่ความรู้ความสามารถทางสมอง เท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้ว ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรม ก็เป็นผลจากการฝึกสอนและอบรม ซึ่งก็นับเป็น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 122) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อ การศึกษา ค้นคว้า อบรม การสั่งสอน หรือได้จากประสบการณ์ที่ได้รับจากทางโรงเรียน บ้าน และ แหล่งอื่น ๆ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 11) ได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือก็ต้องอาศัย ความรอบรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, หน้า 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และความสามารถซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการเรียนรู้ ได้รับจากกระบวนการเรียนการสอน การฝึกฝนอบรมหรือจากประสบการณ์ที่ได้รับจากแหล่งต่าง ๆ

พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย

อำนวยการ เลิศขันธ์ดี (2533, หน้า 185) กล่าวว่า ในการจัดประชุมเพื่อการพัฒนาการด้าน จุดมุ่งหมายทางการศึกษา ทางคณะกรรมการของแท็ก โซโนมี (Taxonomy) ได้มีความเห็นตรงกันว่า ในบรรดาวิชาทั้งหลายไม่ว่าจะเป็นคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ภาษาศาสตร์ วัฒนธรรม ประเพณีต่าง ๆ ฯลฯ อันเป็นวิชาที่มีการเรียนการสอนกันอยู่ในอดีตจนถึงปัจจุบันนั้น ต่างก็มี จุดมุ่งหมาย (Objectives) ของการเรียนการสอนประเภทความรู้-ความคิด อันจำแนกได้รายละเอียด 6 ประเภท แต่ละประเภทประกอบด้วยจุดมุ่งหมายย่อยรวมกันได้ 21 ประเภท

เยวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 215) กล่าวว่า ลำดับขั้นที่แสดงถึงการบรรลุ วัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ควรเริ่มจากสิ่งที่ย่างไปหายาก ซึ่งถ้าใช้แนวคิดของบลูมและคณะ (Bloom et al., 1956) เป็นหลักแล้ว ในด้านของพุทธิพิสัยนั้น ควรมีลำดับขั้นของการเรียนรู้ 6 ขั้น คือ 1. ความรู้ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ 5. การสังเคราะห์ 6. การประเมินผล

ส่วน สายยศและอังคณา สายยศ (2543, หน้า 125-166) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์การเรียนรู้ของบลูมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราวหรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1.1 ความจำในเรื่อง (Knowledge of specifics)

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นคำถามที่เน้นเกี่ยวกับความหมายของศัพท์หรือนิยามต่าง ๆ ที่เคยให้นักเรียนท่องจำเอาไว้ เป็นความจำขั้นต่ำมาก

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริง (Knowledge of specifics facts) เป็นคำถามที่ถามความจริงเกี่ยวกับบุคคล เวลา เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ การค้นหา กฎและสูตร หรือสิ่งที่ใช้กตีกาตกลงกันว่าเป็นจริงแล้ว

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of ways and means of dealing with specifics)

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of conceptions) เป็นคำถามที่ถามสิ่งที่มีนิยามทำกัน ในทางวิชาการจนเป็นนิสัย หรือประเพณี หรือสิ่งที่ได้ตกลงกันวางแบบแผนเอาไว้ว่าสิ่งนี้สิ่งนั้นควรทำกันอย่างไร ประเพณีหรือแบบแผนที่วางไว้นี้ก็เพื่อความสะดวกของสังคม

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of trends and sequence) เป็นคำถามที่ถามแนวโน้มที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและถามขั้นตอนของการดำเนินการของสิ่งนั้น

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (Knowledge of classifications and categories) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนมาจัดประเภทสิ่งของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าอันไหนอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรืออันไหนที่แตกต่างจากพวก

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of criteria) จะมุ่งถามว่านักเรียนรู้จักตัวเกณฑ์ที่จะนำไปใช้ในการตัดสินหรือตรวจสอบสิ่งใด ๆ หรือไม่ ไม่ถึงกับนำเกณฑ์ไปใช้

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of methodology) เพื่อจะได้ถามเกี่ยวกับวิธีการต่าง ๆ ที่จะได้มาถึงผลลัพธ์ การทำอะไรสำเร็จนั้นต้องมีวิธีการ

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of universals and abstractions in the field) จะมุ่งถามความคิดรวบยอดของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ นั่นคือถามให้นักเรียนลงสรุปเป็นหลักวิชาการ

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย (Knowledge of principles and generalizations) เป็นการถามเกี่ยวกับ หลักวิชา คือ ความสัมพันธ์ของมโนภาพตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป และการขยายความคือการนำหลักวิชาไปอ้างอิงอีกรูปแบบหนึ่ง

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and structures) เป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับทฤษฎีคือการนำหลักวิชาหลายอย่างมาเกี่ยวกันหลายอย่างมาประกอบกัน และทำการพิสูจน์จนเป็นที่แน่ใจ ส่วนโครงสร้าง คือ สิ่งที่มาประกอบให้บังเกิดสิ่งนั้น

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ จากสื่อความหมายต่างๆที่ได้พบเห็น เป็นพฤติกรรมที่สามารถดัดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากมากเป็นสิ่งที่ง่าย

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการถ่ายทอดจากภาษาหนึ่งมาเป็นอีกภาษาหนึ่งได้อย่างได้ความ สมรรถภาพด้านแปลความจึงสรุปใหญ่ ๆ ได้ 3 ประการคือการแปลจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับหนึ่ง การแปลสัญลักษณ์ และการแปลภาษาหนึ่งเป็นอีกภาษาหนึ่ง

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการเอาแปลความมาหลาย ๆ ประโยค มาร้อยกรองสรุปเป็นเนื้อความใหม่ได้ การตีความมุ่งให้นักเรียนค้นหาความสำคัญ และความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ๆ ของเนื้อหานั้นแล้วตีความจากรายละเอียดที่กำหนดให้ทั้งหมดนั้น

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นสมรรถภาพที่สามารถทำนายหรือคาดคะเนเหตุการณ์ล่วงหน้าได้อย่างดีโดยอาศัยข้อมูลและแนวโน้มต่าง ๆ เป็นเครื่องช่วยการคาดคะเน การคาดคะเนใดที่ไม่มีแนวโน้มหรือข้อมูลประกอบไม่ถือว่าเป็นการขยายความ

3. ด้านการนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถที่สำคัญ 3 ประการคือ นำหลักวิชาไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และสามารถยกตัวอย่างและสาธิตสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วได้ในรูปแบบใหม่

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง เป็นคำถามที่สามารถแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ และมองถึงส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญแต่ละเหตุการณ์ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไรและอาศัยหลักการใด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of elements) เป็นคำถามที่ให้วิเคราะห์หามูลเหตุต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่า ความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์มีความเกี่ยวข้อง สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

4.3 วิเคราะห์หลักการ (Analysis of organizational) เป็นความสามารถที่จะจำเค้าเงื่อนของเรื่องราวเห็นว่า ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

5. ด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่ในอีกรูปหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้าง หรือหน้าที่ใหม่ แปลกแตกต่างไปจากเดิมก่อนนำมารวมกัน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

5.1 สังเคราะห์ข้อความ (Production of unique communication) เป็นการนำความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ มาผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดเป็นข้อความหรือผลิตภัณฑ์ หรือการกระทำใหม่ใด ๆ ที่สามารถให้สื่อความคิดและอารมณ์ระหว่างบุคคล การวัดการสังเคราะห์ในโรงเรียนจึงมอง 3 สภาพ คือ พูด เขียน และแสดง

5.2 สังเคราะห์แผนงาน (Production of plans and proposed set of operations) เป็นความสามารถด้านวางแผนล่วงหน้า เพื่อให้งานนั้นดำเนินไปด้วยดี นอกจากการวางแผนแล้ว ยังเป็นความสามารถด้านออกแบบลักษณะต่าง ๆ

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a set of abstract relations) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อย ๆ ทั้งหลายมาผสมกลมกลืนกันเพื่อให้เป็นรูปใหม่ หน้าที่ใหม่ นามธรรมในที่นี้อาจจะเป็นปรากฏการณ์ ข้อความ สัญลักษณ์ คุณลักษณะใด ๆ ก็ได้ เมื่อนำมาเกี่ยวพันแล้วจะทำให้เปลี่ยนลักษณะออกไป เป็นลักษณะของการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น

6. ด้านการประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดทุกชนิด เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้ การพิจารณาตัดสินอาจเป็นในรูปของปริมาณหรือคุณภาพก็ได้

6.1 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (Judgment in terms of internal) การประเมินแบบนี้พิจารณาความถูกต้องสมเหตุสมผลความสอดคล้อง และเกณฑ์ภายในอื่น ๆ เป็นการประเมินความถูกต้องเที่ยงตรงในเรื่อง ความเป็นเอกพันธ์ของเรื่อง ความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล ความเหมาะสมและประสิทธิภาพของวิธีการและการปฏิบัติ

6.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgment in terms of external critical) การประเมินแบบนี้อาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานจากภายนอกเอาไว้เปรียบเทียบกับเกณฑ์เหล่านั้นอาจเป็นเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดก็ได้

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้จากการบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า สำหรับ

งานวิจัยนี้ได้มีการวัดพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แต่เนื่องจากเนื้อหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เน้นในด้านของความรู้ งานวิจัยนี้จึงเน้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในด้านความรู้เป็นสำคัญ

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ วชิรวารการ (2542, หน้า 143) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ชุดของคำถามที่วัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนในด้าน ความรู้ ทักษะ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากภายใน โรงเรียนและภายนอกโรงเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 96) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 78-82) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ โดยเน้นที่ความสามารถทางวิชาการของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ไปแล้ว

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนคำตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด

ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดี จนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองตามเนื้อหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับในงานวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้และความสามารถซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้หรือได้รับจากกระบวนการเรียนการสอนการสอน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่วัดได้โดยการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 ทั้งหมด 6 ด้าน คือ 1. ความรู้ความจำ 2. ความเข้าใจ 3. การนำไปใช้ 4. การวิเคราะห์ 5. การสังเคราะห์ และ 6. การประเมินค่า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นข้อคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งนำมาใช้วัดก่อนและหลังเรียนเนื้อหาวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยวัดทักษะทางปัญญาทั้ง 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ความหมายของโจทย์ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2535, หน้า 113) ได้ให้ความหมายของ โจทย์ปัญหาว่า ปัญหาเป็นคำถามหรือสถานการณ์ ไม่สามารถหาผลลัพธ์ในทันทีทันใด ต้องคิดวิธีเพื่อให้ถึงจุดมุ่งหมายนั้น ๆ

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2545, หน้า 70) ได้กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง โจทย์ที่มีข้อความ เป็นภาษาหนังสือ หรือ โจทย์ที่เป็นเรื่องราว หรือ โจทย์ที่เป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันที ทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข เพื่อใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง โดยจะต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ ความหมายของ โจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

จากการศึกษาจึงสามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง ปัญหาสถานการณ์ที่มีข้อความคำถาม จำนวนตัวเลขที่ก่อให้เกิดปัญหาซึ่งไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ทันที ต้องใช้กระบวนการต่าง ๆ

ทั้งการวิเคราะห์ความหมาย วิธีในการดำเนินการหาคำตอบ ตลอดจนประสบการณ์ทั้งทาง
วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ควบคู่กัน

ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

บาร์เน็ต (Barnett, 1975 อ้างถึงใน วิชา มัธยมศึกษา, 2553, หน้า 53) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถที่
พัฒนาได้โดยการเรียนการสอนเกี่ยวกับภาษา (Linguistic) การคิดคำนวณ (Computation)
การดำเนินการ (Operation) และกระบวนการปฏิบัติ (Procedural) โดยตรง

ลัมส์เด้น (Lamsdaine, 1995, pp. 1-8) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการค้นพบการจัดการกับวิกฤตการณ์และทำการแยกส่วนวิเคราะห์คำ
หรือข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา

ทอร์เรนซ์ (Torrance อ้างถึงใน พัทธ ทองตัน, 2545, หน้า 23) ได้กล่าวว่าความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นกระบวนการของการตระหนักในปัญหา การแยกแยะข้อมูล ความคิดที่
เป็นรูปแบบ การตรวจสอบสมมติฐาน การทดสอบ การปรับปรุงสมมติฐาน และการสื่อสารที่เป็น
เหตุเป็นผล

จากการศึกษาเอกสารสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง
ความสามารถในการจัดการกับปัญหา โดยการแยกส่วนวิเคราะห์ข้อความใน โจทย์ปัญหา ซึ่งได้รับ
การพัฒนาจากการเรียนเกี่ยวกับภาษา การคิดคำนวณ การดำเนินการและการปฏิบัติ

องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

การแก้โจทย์ปัญหาเป็นปัญหาที่สำคัญมากของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนไม่ทราบว่าใน
การแก้โจทย์ปัญหานั้นจะเริ่มต้นอย่างไร จึงมีนักการศึกษาหลายท่านให้ข้อเสนอแนะองค์ประกอบ
ในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

สุวรรณจนมยุร (2533, หน้า 3-4) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาว่า มี
ดังนี้

1. ภาษา ได้แก่

1.1 ทักษะการอ่าน หมายถึง การอ่านต้องคล่อง ชัดเจน รู้จักแบ่งวรรคตอนได้
ถูกต้องไม่ว่าจะอ่านในใจ หรืออ่านออกเสียง

1.2 ทักษะการจับใจความ หมายถึง เมื่ออ่านข้อความของ โจทย์ปัญหาแล้วสามารถ
แบ่งข้อความของ โจทย์ได้ว่าตอนใดเป็นข้อความของ โจทย์ที่กำหนดให้ และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่
ที่โจทย์ถาม หรือสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบ

1.3 รู้จักใช้ความหมายของคำถูกต้องตามเจตนารมณ์ของ โจทย์ปัญหาครูผู้สอน

จำเป็นต้องอธิบายความหมายของคำต่าง ๆ ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน และทบทวนความหมายของคำที่เรียนเสมอ

2. ความเข้าใจ ได้แก่

2.1 ทักษะการจับใจความ กล่าวคือ อ่านโจทย์หลาย ๆ ครั้ง แล้วสามารถจับใจความได้ว่าเป็นเรื่องอะไร โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง โจทย์ต้องการทราบอะไร

2.2 ทักษะการตีความ กล่าวคือ อ่านโจทย์ปัญหาสามารถตีความหรือแปลความได้

2.3 ทักษะการแปลความ กล่าวคือ จากประโยคที่แปลความมาจากโจทย์ปัญหานั้นสามารถสร้างโจทย์ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้อีก

3. ทักษะการคิดคำนวณ ได้แก่

3.1 ทักษะการบวกจำนวน

3.2 ทักษะการลบจำนวน

3.3 ทักษะการคูณจำนวน

3.4 ทักษะการหารจำนวน

3.5 ทักษะการยกกำลัง

3.6 ทักษะการแก้สมการ

4. การย่อความและสรุปความได้ครบถ้วนชัดเจน กล่าวคือ ขึ้นแสดงวิธีทำ ได้แก่

4.1 ทักษะในการย่อความ เพื่อเขียนข้อความจากโจทย์ปัญหาในลักษณะย่อความได้รัดกุม ชัดเจน ครบถ้วนตามประเด็นสำคัญ

4.2 ทักษะในการสรุปความ หมายถึง สามารถสรุปความจากสิ่งที่กำหนดให้มาเป็นความรู้ใหม่ได้ถูกต้อง และสามารถเขียนแสดงวิธีทำได้อย่างชัดเจนรัดกุม และสื่อความหมายแก่ผู้ตรวจสอบการแสดงวิธีทำนั้น

5. การฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่

5.1 ฝึกทักษะตามตัวอย่าง

5.2 ฝึกทักษะจากการแปล

5.3 ฝึกทักษะจากหนังสือเรียน

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ (2539, หน้า 262) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีประกอบด้วย

1. การมองภาพ ซึ่งหมายความว่า ผู้ที่จะแก้ไขจะต้องมองทะลุและกว้างไกลมองเห็นแนวทางที่จะคิดแก้ปัญหา

2. การจินตนาการ ในการคิดแก้ปัญหาหนึ่งจะต้องรู้จักจินตนาการว่าควรจะเป็นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหา

3. การจัดทำอย่างมีทักษะ เมื่อมองเห็นแนวทางแล้วก็ลงมือทำอย่างมีระบบเป็นขั้นตอนด้วยความชำนาญ

4. การวิเคราะห์ จะต้องรู้จักวิเคราะห์ตามขั้นตอนที่กระทำนั้น

5. การสรุป เมื่อลงมือกระทำจนมองเห็นรูปแบบแล้วก็สามารถสรุปได้ การโยงความคิด การสัมพันธ์ความคิดเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาเมื่อโจทย์พูดถึงเรื่องอะไรก็สามารถที่จะสัมพันธ์ถึงเรื่องต่อไปและมองเห็นแนวทางได้

สมเดช บุญประจักษ์ (2543, หน้า 25) ได้กล่าวว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการแก้โจทย์ปัญหามี 3 ประการ ได้แก่

1. ตัวผู้แก้ปัญหา (Subject variables) โดยคุณลักษณะที่สำคัญของตัวผู้แก้ปัญหา ได้แก่ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และให้เหตุผล ความเข้าใจในการอ่าน ทักษะการคิดคำนวณ การเลือกกลวิธีการแก้ปัญหา

2. ลักษณะของโจทย์ปัญหา (Task variables) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่ ภาษาที่ใช้ ขนาดของตัวเลขและตัวหนังสือ ความยาวของโจทย์ และรูปแบบหรือโครงสร้างความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา

3. กลวิธีการสอน (Process variables) ที่ช่วยให้การสอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ผลดีเป็นที่ยอมรับ คือ การฝึกคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา โดยมุ่งเน้นกระบวนการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมากกว่าปรับปรุงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา เรียกชื่อเทคนิคดังกล่าวว่า เทคนิคการสอนที่ประยุกต์การฝึกการรู้คิด

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นสิ่งที่จะต้องฝึกฝนให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนทุกคน ซึ่งประกอบไปด้วย ทักษะด้านภาษา ด้านความเข้าใจ การคิดคำนวณ การย่อความและสรุปความ และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งนี้นอกจากทักษะในตัวของผู้เรียนแล้วสิ่งที่มีผลต่อการแก้โจทย์ปัญหาอาจจะมาจากลักษณะของโจทย์ปัญหา ตลอดจนกลวิธีการสอนของผู้สอนด้วยก็ได้

อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

บรูคเนอร์ และครอสสนิคเกิล (Bruecner and Grossnikle, n.d.อ้างถึงใน ศรีทอง มีทาทอง, 2534, หน้า 26) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ได้ทั้งหมด หรือบางส่วน เนื่องจากขาดประสบการณ์ และขาดความคิดรวบยอดเหตุการณ์ในโจทย์ปัญหา

2. นักเรียนมีความบกพร่องในการอ่าน และไม่สามารถจะอ่านเพื่อหารายละเอียดของเนื้อหา

3. นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้
4. นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการและวิธีทำ เป็นผลให้นักเรียนหาคำตอบโดย

วิธีการสุ่ม

5. นักเรียนขาดความรู้ในเรื่องความสำคัญ กฎเกณฑ์ สูตร
6. นักเรียนขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนคำอธิบาย
7. นักเรียนไม่ทราบความสัมพันธ์เชิงปริมาณวิเคราะห์
8. นักเรียนขาดความสนใจ เนื่องจากขาดความสามารถในการทำโจทย์ปัญหาซึ่งมี

ความยาก หรือ โจทย์ปัญหาไม่จูงใจ

9. ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไปที่จะเข้ามาถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏใน

โจทย์ปัญหา

10. นักเรียนขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ปัญหา

ดาร์ซา (Dahsah, 2007 อ้างถึงใน จรรยา ดาสา, 2553, หน้า 44) ได้กล่าวถึง ปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมีคำนวณ ดังนี้

1. นักเรียนไม่เข้าใจปัญหาว่า โจทย์ต้องการอะไร และข้อมูลที่ให้มานั้นมีอะไรบ้างที่เป็นประโยชน์ในการหาคำตอบของปัญหานั้น

2. นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาทำให้ในการแก้ปัญหานั้นมีความผิดพลาดเกิดขึ้น

3. นักเรียนมีปัญหาในการคำนวณ สับสนในการตั้งค่า โดยเฉพาะการเทียบบัญญัติไตรยางศ์และการตัดหน่วย เพราะหน่วยทางเคมีเป็นหน่วยที่นักเรียนไม่คุ้นเคย

4. นักเรียนละเลยการใช้หน่วย จำแต่ตัวเลขทำให้การคำนวณแล้วมีข้อผิดพลาด หรือได้คำตอบที่เป็นไปไม่ได้

ดังนั้น การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องเริ่มต้นตั้งแต่ การสอนให้ผู้เรียนเข้าใจในโจทย์หรือที่เราเรียกว่าการตีโจทย์ โดยผู้สอนควรจะนำโจทย์ปัญหาที่หลากหลายมาให้ผู้เรียนลองฝึกตีโจทย์ โดยยังไม่ต้องเริ่มคำนวณ โดยเฉพาะในวิชาเคมีคำนวณต้องเน้นความสำคัญในเรื่องของหน่วยเป็นพิเศษ เพราะถ้าหากละเลยการใช้หน่วยจะทำให้มีข้อผิดพลาดของคำตอบเกิดขึ้นได้

ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการอธิบายถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957, pp. 16-17) ได้กล่าวถึงขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นทำความเข้าใจว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง สิ่งที่โจทย์ต้องการคืออะไร ในการทำความเข้าใจโจทย์ ถ้าไม่ชัดเจนควรใช้การเขียนภาพ แยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ บนกระดาษ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจโจทย์ได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา ถ้าหากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

1. เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่
2. รู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่ต้องการแก้เพียงใดและรู้ทฤษฎีที่จะใช้แก้ปัญหาหรือไม่
3. พิจารณาสິ่ที่ไม่รู้ใน โจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการที่เคยพบมากับโจทย์ที่ต้องการแก้ไขได้หรือไม่

4. ควรอ่าน โจทย์ปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และตรวจสอบว่าแต่ละขั้นที่ปฏิบัตินั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยพิจารณาว่าเราสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้หรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถใช้วิธีการอื่นแก้โจทย์ปัญหานี้ได้หรือไม่ สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายหรือไม่ สามารถนำผลหรือวิธีการไปใช้ในการแก้ปัญหาลอื่นได้หรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 8-9) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและการตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ที่นักเรียนต้องการทำความเข้าใจปัญหา และระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่ทราบค่า ข้อมูลและเงื่อนไขในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปข้างหน้า พิจารณาให้หลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่ทราบค่าแล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับ

ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหาและท้ายสุดเลือก
ยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทาง
หรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ
ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้
ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผน
หรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นมองย้อนกลับ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา
โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้
แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบ
ก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและ
คำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

คอลลีแอน (Dolciane, 1981, p. 8 อ้างถึงใน จีเรซ ฟาลีส, 2552, หน้า 27) กล่าวถึง
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในโจทย์ ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร ข้อมูลที่ให้มามีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 พิจารณาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ในขั้นนี้เป็นการฝึกให้ผู้เรียนสร้าง
ตัวแปรจากสิ่งที่ไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 3 หาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการ โดยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์แยกประเด็นของ
โจทย์ออกเป็นแต่ละตอน ๆ สามารถสร้างภาพที่เป็นรูปธรรมให้ชัดเจน โดยการวาดภาพ แสดงเป็น
ประโยคสัญลักษณ์ หรือสมการ

ขั้นที่ 4 แก้สมการ ในขั้นนี้เป็นการให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการคิดคำนวณจากสมการหลังจากที่
นักเรียนได้เขียนประโยคสัญลักษณ์ หรือสมการ

ขั้นที่ 5 คำตอบและวิธีการ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง

ชอและคณะ (Shaw et al., 1997 อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี, 2554, หน้า 130) ได้เสนอ
เทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่เรียกว่าเทคนิค KWDL ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

K: เรารู้อะไร (What we know) หรือ โจทย์บอกอะไรเราบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์
วิทยาศาสตร์)

W: เราต้องการรู้, ต้องการทราบอะไร (What we want to know) โจทย์ให้อะไรหรือ
โจทย์บอกอะไรบ้าง

D: เราทำอะไร, อย่างไร และหาคำตอบ (What we did) หรือเรามีวิธีการอย่างไรบ้าง หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร

L: เราเรียนรู้จากอะไร (การดำเนินการ ขั้นที่ 3) (What we learned) ซึ่งคือคำตอบ สารความรู้และวิธีศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น

นอกจากนี้ จรรยา ดาสา (2553, หน้า 44-48) ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักสำคัญที่ใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณว่ามี 4 หลักที่สำคัญ คือ

1. การเข้าใจ โจทย์หรือการตีโจทย์
2. การเชื่อมโยงแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
3. เลือกรววิธีการแก้โจทย์ให้เหมาะสม
4. ตรวจสอบวิธีการและคำตอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งส่วนแต่ประกอบด้วย การทำความเข้าใจ ในโจทย์สามารถทราบโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง การวางแผนในการดำเนินการเป็นการหาว่า โจทย์ต้องการให้ทำอะไรและจะอย่างไรในการหาคำตอบนั้น การดำเนินการเป็นการแสดงวิธีการ ที่ได้มาซึ่งคำตอบ และคำตอบซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายหรือผลลัพธ์ของโจทย์ปัญหานั้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL ที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนเนื่องจากการใช้แผนผังที่สามารถแสดงขั้นตอนได้อย่างเป็นระเบียบที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ทิสนา แคมมณี (2544, หน้า 171) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดว่าการคิด (Thinking) เป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจเป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย เป็นการคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจหรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง ไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกตสัมผัสวัดได้ โดยตรงต้องใช้แบบสอบถามมาตรฐานมาช่วยในการวัด ดังนั้นการวัดความสามารถในการคิด ผู้สร้างเครื่องมือต้องรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิดเมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม

จึงสามารถสรุปได้ว่าในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานั้นจะใช้แบบวัดที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับเทคนิค กระบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นแบบวัดที่เป็นอัตนัยที่ใช้การเขียนตอบอันประกอบไปด้วยสถานการณ์คำถามและส่วนที่

เว้นว่างไว้ให้ตอบ นอกจากนี้การออกคำถามที่ใช้เป็นแบบวัดยังขึ้นอยู่กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม อีกด้วย

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

วิไลวรรณ แสนพาน (2556, หน้า 316) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การประเมินผล (Rubrics) สำหรับประเมินผลการเรียนรู้ ตามเป้าหมายทั้งด้านความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. เกณฑ์รวม (Holistic score) เป็นเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินผล การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบภาพรวม และสรุปผลหรือรายงานผลส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ
 2. เกณฑ์ย่อย (Analytic score) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้แบบแยก องค์ประกอบย่อย โดยต้องวินิจฉัยการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างละเอียดและประเมินอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้แนวทางการปรับปรุงหรือพัฒนาผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
- ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบเกณฑ์ ย่อย (Analytic score) เพราะในงานวิจัยนี้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบอัตนัย โดยลักษณะของแบบทดสอบแต่ละข้อจะแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ตามขั้นตอนของ เทคนิค KWDL ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 17) ได้กล่าวถึง การสร้างเกณฑ์การประเมินว่าประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดจุดประสงค์ จุดประสงค์การประเมินต้องกำหนดอย่างชัดเจนและเหมาะสมกับ วิธีการประเมินทั้งส่วนของปัญหา เนื้อหาสาระ กิจกรรม และระดับของผู้เรียน
2. กำหนดรายการประเมิน รายการประเมินได้จากการขยายจุดประสงค์ให้มีรายละเอียด ครอบคลุมอย่างเพียงพอที่บอกความรู้ ความคิด และความสามารถอย่างแท้จริงตามผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง โดยกำหนดรายการประเมินเฉพาะส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญ ๆ หรืออาจวิเคราะห์แยกเป็น องค์ประกอบย่อย ๆ แล้วจึงกำหนดรายการประเมินตามองค์ประกอบย่อยนั้น
3. กำหนดเกณฑ์การประเมิน เกณฑ์การประเมินที่ใช้เป็นบรรทัดฐานสำหรับประเมินผล งานมีทั้งเกณฑ์ด้านปริมาณหรือจำนวนของผลงาน และด้านคุณภาพของผลงาน การกำหนดเกณฑ์ คุณภาพจำเป็นต้องกำหนดพฤติกรรมซึ่งที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ด้วยการอธิบายลักษณะของ ผลงานในระดับคุณภาพต่าง ๆ อย่างชัดเจน การอธิบายระดับคุณภาพควรเป็นไปในเชิงบวก คำนึงถึงศักยภาพของผู้เรียน ความเป็นปรนัย และความยุติธรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 23) ได้กล่าวถึง การกำหนดระดับคุณภาพของงานและน้ำหนักของคะแนนว่าขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่จะประเมิน ถ้าเป็นงานที่ต้องการประเมินอย่างละเอียดก็อาจแบ่งเป็นหลายระดับ เช่น 4 หรือ 5 ระดับ แต่ถ้า ต้องการประเมินในภาพรวมก็อาจแบ่งเป็น 2 หรือ 3 ระดับก็ได้ นอกจากนี้ยังขึ้นกับลักษณะของกลุ่ม ผู้เรียน ถ้าผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างกันมากก็จะต้องแบ่งการประเมินเป็นหลายระดับ

ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าการสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จะต้องอาศัยจุดประสงค์ รายการประเมิน และการกำหนดระดับคุณภาพของ เกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมิน

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบย่อย (Analytic score) ซึ่งได้มีนักการศึกษาและ สถาบันการศึกษาได้ศึกษาไว้ ดังนี้

Charles et al. (1987 อ้างถึงใน คงรัฐ นวลเปง, 2547, หน้า 19) ได้เสนอเกณฑ์ การประเมินแบบย่อย ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบย่อย

องค์ประกอบย่อย	เกณฑ์การให้คะแนน
ความเข้าใจในปัญหา	1: ไม่เข้าใจปัญหา 2: มีบางส่วนของปัญหาที่เข้าใจหรือตีความผิด 3: เข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง ชัดเจน
การวางแผนแก้ปัญห	1: ไม่มีการวางแผนหรือวางแผนอย่างไม่ถูกต้อง 2: วางแผนถูกต้องบางส่วน 3: การวางแผนนำไปสู่การแก้ปัญหได้อย่างถูกต้อง
การได้มาซึ่งคำตอบ	1: ไม่ตอบ หรือ ได้คำตอบที่มาจากวางแผนที่ผิด 2: เขียนคำตอบผิด คำนวณผิดพลาด 3: ได้คำตอบที่ถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 105-106) ได้กล่าวถึง ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบย่อยของการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบย่อ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องแต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยชน์คณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้得不ถูกต้อง
การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับเกณฑ์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เกณฑ์แบบย่อ (Analytic score) ในการใช้ประเมินแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและสังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยแบ่งเป็นระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 ซึ่งหมายถึง มีคุณภาพระดับดี พอใช้ และควรปรับปรุง ตามลำดับ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังตารางที่ 2-6 ดังนี้

ตารางที่ 2-6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
K บอกสิ่งที่โจทย์ กำหนดมาให้	ระบุสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้มาได้ ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้มาได้ ถูกต้องบางส่วนหรือ ระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มาได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ ระบุ
W บอกสิ่งที่โจทย์ ให้หา/มีวิธีการ อย่างไร	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หา ได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสามารถบอก วิธีการในการหา คำตอบได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หา ได้ถูกต้องแต่บอก วิธีการในการหา คำตอบผิดหรือไม่ สามารถบอกวิธีการได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ไม่ ถูกต้องหรือไม่ระบุและไม่ สามารถบอกวิธีการในการ หาคำตอบ
D ดำเนินการตาม กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหา	เลือกใช้กระบวนการ แก้โจทย์ปัญหาที่ ถูกต้อง ครบถ้วนและ เหมาะสม	เลือกใช้กระบวนการ แก้โจทย์ปัญหาที่ใช้หา คำตอบได้แต่ไม่ เหมาะสมหรือไม่ครบ กระบวนการ	เลือกใช้กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่ได้เขียนระบุ กระบวนการแก้โจทย์ ปัญหา
L คำตอบ	ตอบคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	ตอบคำตอบได้ถูกต้อง แต่หน่วยผิด	ตอบคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถสรุปเป็นนิยามสำหรับในงานวิจัยนี้ได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการจัดการกับปัญหา โดยการแยกส่วนวิเคราะห์ข้อความในโจทย์ปัญหา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ การคำนวณหาคำตอบเพื่อแก้โจทย์ปัญหาและสามารถแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL 4 ขั้น ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบคำถามแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาในวิชาเคมีเพิ่มเติม 2

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ข้อคำถามที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยมีข้อกำหนดปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดเพื่อแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 2 W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้

ขั้นที่ 3 D (What we did) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่ตนต้องการอยากรู้

ขั้นที่ 4 L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งก็คือคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 3

คะแนนพัฒนาการ

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิจัยซึ่งจะต้องนำมาวิเคราะห์และแปลผล ซึ่งในงานวิจัยนี้วิเคราะห์ผลในลักษณะของคะแนนพัฒนาการซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (Observed difference score)

เป็นวิธีที่วัดผลต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนและคะแนนสอบก่อนเรียน โดยมีข้อตกลงว่าการสอบทั้ง 2 ครั้ง ได้วัดในคุณลักษณะเดียวกัน โดยใช้แบบสอบชุดเดิมหรือแบบสอบคู่ขนาน (Pike, 1991) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$DS = X_2 - X_1$$

เมื่อ DS คือ วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ

X_2 คือ คะแนนสอบหลังเรียน

X_1 คือ คะแนนสอบก่อนเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้คือเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดของการวัดคะแนนพัฒนาการที่ใช้การวัด 2 ครั้ง และเป็นวิธีเริ่มแรกของการวัดคะแนนพัฒนาการที่ได้รับความนิยมสูง เพราะเป็นตัวเลขประมาณค่าที่ไม่ลำเอียงในการหาคะแนนพัฒนาการที่แท้จริง

จุดอ่อนของวิธีการวัดวิธีนี้คือ มีความเที่ยงต่ำ คะแนนพัฒนาการไม่เป็นอิสระจากคะแนนเริ่มต้น คะแนนพัฒนาการมีความสัมพันธ์ทางลบกับคะแนนเริ่มต้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เทียม (Spurious correlation)

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการที่แท้จริงของลอร์ด (Estimated true gain score)

วิธีนี้ Lord เสนอในปี ค.ศ. 1956 เป็นครั้งแรก (Pike, 1991) และได้นิยามคะแนนพัฒนาการว่าเป็นผลการทำนายคะแนนเพิ่มแท้จริงด้วยหลักการพหุคูณ โดยมีคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นตัวพยากรณ์ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$L_i = W_x X_i + W_y Y_i + K$$

	หรือ	$V_i = Y + b_{VX,Y} (X_i - \bar{X}) + b_{VY,X} (Y_i - \bar{Y})$
โดยที่	L_i คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการของลอร์ดสำหรับคนที่ i
	W_x คือ	สัมประสิทธิ์ถดถอยพหุคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียนลงบนคะแนนสอบก่อนเรียน
	W_y คือ	สัมประสิทธิ์ถดถอยพหุคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและหลังเรียนลงบนคะแนนสอบหลังเรียน
	K คือ	ค่าคงที่สำหรับสมการถดถอยพหุ
	V_i คือ	คะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและคะแนนจริงหลังเรียน
	$b_{VX,Y}$ คือ	สัมประสิทธิ์ถดถอยความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและคะแนนจริงหลังเรียนบนคะแนนสอบก่อนเรียนเมื่อควบคุมคะแนนสอบหลังเรียน
	$b_{VY,X}$ คือ	สัมประสิทธิ์ถดถอยความแตกต่างระหว่างคะแนนจริงก่อนเรียนและคะแนนจริงหลังเรียนบนคะแนนสอบหลังเรียนเมื่อควบคุมคะแนนก่อนหลังเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้คือคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากัน ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงกว่าจะได้คะแนนพัฒนาการสูง เด็กเก่งได้คะแนนพัฒนาการมากกว่าเด็กอ่อน และผลการหาคะแนนพัฒนาการของลอร์ดจะให้ผลคงเส้นคงวา

จุดอ่อนของวิธีนี้คือคะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความหมายที่ควรจะเป็น และพิสัยของคะแนนพัฒนาการของลอร์ดแคบกว่าพิสัยของคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียน (อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537)

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน (Standard score method)

วิธีนี้ Labouvie เสนอขึ้นในปี ค.ศ. 1982 โดยคะแนนพัฒนาการประมาณค่าจากผลต่างระหว่างคะแนนมาตรฐานหลังเรียนกับคะแนนมาตรฐานก่อนเรียนเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$SC = Z_2 - Z_1$$

โดยที่	SC	คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน
	Z_1	คือ	คะแนนมาตรฐานก่อนเรียน
	Z_2	คือ	คะแนนมาตรฐานหลังเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้คือแก้ปัญหาในด้านของคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนที่มีการแจกแจงแตกต่างกัน เมื่อแปลงคะแนนให้เป็นคะแนนมาตรฐานจะได้คะแนนอยู่ในมาตรเดียวกัน (Scale) ซึ่งทำให้คะแนนพัฒนาการสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ระหว่างคนหรือระหว่างวิชาที่ต่างกัน

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากลอการิทึมของคะแนนดิบ (Logarithm of observed score method)

วิธีนี้ Tornqvist, Varita, and Vartia ได้เสนอขึ้นในปี ค.ศ. 1985 โดยคะแนนพัฒนาการประมาณค่าจากผลต่างระหว่างลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบหลังเรียนกับลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบก่อนเรียน เขียนเป็นสมการดังนี้

$$NL = \ln X_2 - \ln X_1$$

โดยที่	NL	คือ	วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากวิธีลอการิทึมของคะแนนดิบ
	$\ln X_1$	คือ	ลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบก่อนเรียน
	$\ln X_2$	คือ	ลอการิทึมธรรมชาติของคะแนนสอบหลังเรียน

วิธีนี้มีจุดเด่นในการแก้ปัญหาในกรณีที่คะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนไม่เป็นฟังก์ชันแบบบวก จึงแปลงค่าคะแนนทั้ง 2 ตัวให้เป็นค่าลอการิทึมธรรมชาติซึ่งทำให้คะแนนลอการิทึมธรรมชาติทั้ง 2 ตัว มีการแจกแจงแบบสมมาตร เป็นฟังก์ชันแบบบวก และมีคุณสมบัติเป็นแบบแจกแจงปกติ

วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์

วิธีนี้เป็นวิธีที่ ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556) เสนอขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาจากอิทธิพลเพดาน (Ceiling effect) เนื่องจากกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถสูง เช่น กลุ่มเก่ง และกลุ่มปานกลาง โดยเฉลี่ยแล้วจะมีคะแนนการวัดครั้งแรกที่สูงกว่ากลุ่มอ่อน เมื่อมีการวัดครั้งหลัง โอกาสที่คะแนนครั้งหลังจะสูงขึ้นได้เพียงใดนั้นจะถูกกำหนดโดยเพดาน (คะแนนเต็ม) ทำให้คะแนนเพิ่มของกลุ่มเก่งและปานกลางมีแนวโน้มที่ต่ำกว่ากลุ่มอ่อน การคำนวณคะแนนเพิ่มขึ้นจะยิ่งเป็นปัญหามากขึ้น ถ้าแบบทดสอบที่ใช้วัดเป็นแบบสอบที่ค่อนข้างง่าย มีสูตรและวิธีการคำนวณดังนี้

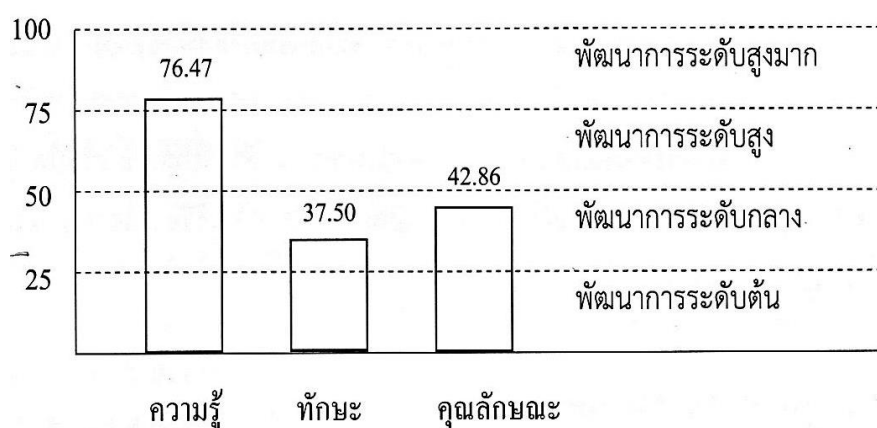
$$GS(\%) = \frac{(Y-X)}{(F-X)} \times 100$$

โดยที่	GS(%)	คือ	คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน (Development score or gain score) (คิดเป็นร้อยละ)
	X	คือ	คะแนนวัดครั้งแรกก่อน
	Y	คือ	คะแนนวัดครั้งหลัง
	F	คือ	คะแนนเต็ม

ตัวอย่างการคำนวณคะแนนพัฒนาการด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน ดังแสดงในตารางที่ 2-7 และตัวอย่างวิธีการประเมินและนำเสนอ ดังภาพที่ 2-4

ตารางที่ 2-7 ผลการวัดและคะแนนพัฒนาการด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน

เลขที่	ชื่อ	การวัดครั้งที่ 1			การวัดครั้งที่ 2			คะแนนพัฒนาการ		
		ความรู้ (100)	ทักษะ (50)	คุณลักษณะ (80)	ความรู้ (100)	ทักษะ (50)	คุณลักษณะ (80)	ความรู้ (100)	ทักษะ (50)	คุณลักษณะ (80)
1	ก	15	10	10	80	25	40	76.47	37.50	42.86
2	ข	10	10	15	50	30	40	44.44	50.00	38.46
3	ค	30	15	20	70	35	50	57.14	57.14	50.00
4	ง	40	20	30	90	45	60	83.33	83.33	60.00
5	จ	25	15	20	35	20	30	13.33	14.29	16.67



ภาพที่ 2-4 แผนภูมิแท่งแสดงพัฒนาการของ ก. (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 256)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ตามวิธีของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) เนื่องจากเป็นวิธีที่คำนวณได้ง่ายและน่าเชื่อถือ อีกทั้งยังเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนมีความสามารถทางด้านความรู้ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำการคำนวณคะแนนพัฒนาการวิธีนี้มาใช้เพื่อแก้ปัญหาอิทธิพลเพดาน

จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคะแนนพัฒนาการข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คะแนนพัฒนาการหมายถึง ค่าอัตราส่วนร้อยละระหว่างผลต่างของคะแนนที่ได้จากการวัดครั้งแรกและครั้งหลัง กับผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนสอบครั้งแรก ตามวิธีของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) เพื่อใช้วิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มุ่งศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและค้นหาวิธีแก้ไขปรับปรุง เพื่อพัฒนาการปฏิบัติงานของหน่วยงานให้ดีขึ้น ดังนั้นจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้ประยุกต์การวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในโรงเรียน โดยสนับสนุนให้ครูเป็นผู้ดำเนินการวิจัยไปพร้อมกับครูเป็นผู้ดำเนินการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Stephen Corey (1953 อ้างถึงใน บัญชา แสนทวี, 2545, หน้า 4) กล่าวว่าการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่ผู้ปฏิบัติพยายามศึกษาข้อมูล แล้วดำเนินการแก้ไขด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะใช้ปรับปรุงให้ดีขึ้น และใช้ประเมินผลการปฏิบัติงาน

Kemmis and McTaggart (1988, p. 5 อ้างถึงใน พินันท์ ทงคาเพชร, 2552, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการศึกษาวิจัยอย่างหนึ่งโดยคนในกลุ่มปฏิบัติงานตามปกติในสังคม โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงคุณภาพงานให้มีหลักการและเหตุผล รวมทั้งเป็นการสร้างความเข้าใจในงานที่ตนกำลังปฏิบัติอยู่ซึ่งผู้ทำการวิจัยอาจรวมถึง ผู้บริหาร ครู นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้ที่มีความสนใจในแวดวงการศึกษาที่ได้ใช้ลักษณะ การวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาวิชาชีพ โครงการในโรงเรียน การปรับปรุง ระบบและนโยบายของโรงเรียน เป็นต้น

Carr and Kemmis (1998, p. 162 อ้างถึงใน วรณดี สุทธินิรากร, 2556, หน้า 3) อธิบายว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ แบบของการสะท้อนตนเอง (Self-reflective enquiry) ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยภายใต้สภาพการณ์ทางสังคมที่เป็นอยู่ ดำเนินการโดยยึดหลักการเหตุผลและสร้าง

ความยุติธรรมให้เกิดขึ้นตลอดกระบวนการปฏิบัติ ความเข้าใจที่ถูกต้องและชัดเจนของสมาชิกในโครงการจะนำไปสู่การปฏิบัติที่เหมาะสม และนำไปสู่ความสำเร็จในการเปลี่ยนแปลง

Johnson and Kromann (ม.ป.ป อ้างถึงใน บัญชา จำปารักษ์, 2555, หน้า 15) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์และตีความหมายโดยมีแผนงาน กำหนดและแลกเปลี่ยนผลกับเพื่อนร่วมงานวิชาชีพ กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการต้องตอบคำถาม 5 ข้อ ได้แก่ คำถามที่ต้องการศึกษาว่าสิ่งที่สนใจนั้นคืออะไร ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สนใจนั้นมีอะไรบ้าง ข้อมูลที่ต้องจัดเก็บที่เกี่ยวข้องนั้นมีอะไรบ้างจะวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มานั้นอย่างไรและสุดท้ายจะแปลความหมายของผลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นว่าอย่างไร การตอบคำถามเหล่านี้ต้องใช้เวลาวางแผนและในทุกขั้นตอนต้องอภิปรายกับเพื่อนร่วมงาน

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2557, หน้า 126) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการศึกษารวบรวมหรือการแสวงหาข้อเท็จจริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งในด้านประสิทธิภาพได้หลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งผลการปฏิบัติงานนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือแก้ไขปัญหาที่ประสบอยู่จนสำเร็จ

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการจึงสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัย ซึ่งมีกระบวนการในการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ของกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานนั้น ๆ

รูปแบบของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล (2544, หน้า 29) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ คือ

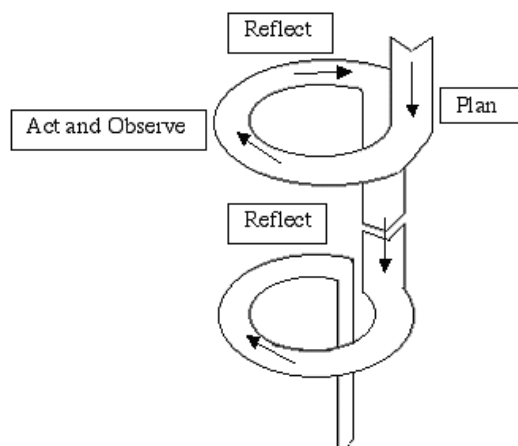
1. การวางแผน (บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการวินิจฉัยวิเคราะห์)
2. การปฏิบัติ
3. การประเมินผลการปฏิบัติ

Kemmis and McTaggart (1988 อ้างถึงใน บัญชา แสนทวี, 2545, หน้า 5-6) ได้เสนอรูปแบบของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีกิจกรรมในกระบวนการวิจัย ดังนี้

1. วางแผน (Plan)
2. ปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ (Act and Observe)
3. สะท้อนความคิด (Reflect)

โดยแต่ละขั้นตอนมีลักษณะการดำเนินการที่ต่อเนื่องเปรียบได้กับเกลียว (Spiral) ที่เกิดขึ้นจากผลของการสะท้อนความคิดที่อาจนำไปสู่การปรับแผนและเข้าสู่วงจรการวิจัยอีกครั้งหนึ่ง กระบวนการดำเนินงานจะต่อเนื่องกันเป็นวงจรของการวิจัยจนกว่าผลการปฏิบัติจะเป็น

ที่น่าพอใจหรือบรรลุตามความมุ่งหวังของผู้วิจัย ซึ่งแสดงได้ดังภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 แสดงวงจรเชิงปฏิบัติการของ Kemiss and McTaggart (1988 อ้างถึงใน บัญชา แสนทวี, 2545, หน้า 5)

ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

เมื่อนำรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการแสวงหาการศึกษา จึงมีการใช้คำที่เฉพาะเจาะจงขึ้นสำหรับเรียกชื่อรูปแบบการวิจัย ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน การวิจัยในชั้นเรียน การวิจัยของครู เมื่อพิจารณาแล้วคำเหล่านี้ต่างมีความหมายที่ใกล้เคียง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเฉพาะการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยได้มีผู้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้หลายท่าน ดังนี้

Ernie Stringer (2008, p. 13) อธิบายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ กระบวนการของระบบการสืบเสาะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานในด้านการศึกษาก่อความรู้ความเข้าใจที่จะสามารถช่วยปรับปรุงหรือ ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

ประวิต เอราวรรณ์ (2542, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนไว้ว่าเป็นการศึกษาค้นคว้าของครูจัดว่าเป็นผู้ปฏิบัติงานในชั้นเรียนเพื่อแก้ปัญหา (Problem Solving) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือพฤติกรรมของนักเรียนและคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอน

อัจฉรา สระวาสี (2544, หน้า 15) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การศึกษาวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนทั้งในส่วนที่เกี่ยวกับหลักสูตร วิธีสอน การจัดกิจกรรมการสอน การจัดสื่อและอุปกรณ์ประกอบการสอนตลอดจนการวัดผลและประเมินผล

สุวิมล ว่องวาณิช (2553, หน้า 21) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน คือ การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้อันดีของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงานในโรงเรียน ได้มีโอกาสวิพากษ์ อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ในแนวทางที่ได้ปฏิบัติและผลที่เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อันดีของครูและผู้เรียน

ราตรี นันทสุนทร (2554, หน้า 25) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง กระบวนการหาความรู้หรือวิธีการใหม่ ๆ รวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนของตนเอง หรือเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อันดีของนักเรียน ผลการวิจัยใช้ได้เฉพาะกลุ่มที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสามารถสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นการวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น

ลักษณะของวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

Elliott (ม.ป.ป. อ้างถึงใน ทศนา แสงศักดิ์, 2543, หน้า 74) ได้อธิบายว่ามีลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ คือ เป็นการศึกษาการกระทำของมนุษย์และสถานการณ์ทางสังคม โดยครูผู้สอนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและความก้าวหน้าต่าง ๆ ที่ต้องการเปลี่ยนแปลง และมีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาอย่างลึกซึ้งของครู ซึ่งอาจจะปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น

บัญชา จำปารักษ์ (2555, หน้า 20) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มีความเฉพาะเจาะจง ดังนี้

1. จุดเริ่มต้นของการวิจัยกำเนิดจากสภาพปัญหาหรือข้อข้องใจในการเรียนการสอนที่ครูพบ ครูต้องการปรับปรุงหรือแก้ปัญหานั้น ๆ ด้วยวิธีการวิจัย
2. ขอบเขตของการวิจัยจะแคบและเฉพาะเจาะจง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาวิจัยประชากรจะมุ่งเน้นการศึกษาเกี่ยวกับผู้เรียน ผู้สอน กระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในการศึกษาจะมุ่งที่นักเรียนเฉพาะราย นักเรียนห้องหนึ่ง หรือหลายห้องเรียนและการนำผลการวิจัยไปใช้ก็มุ่งผลเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของครูในสภาพแวดล้อมที่ทำวิจัยนั้น ๆ โดยตรง
3. ครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางกระบวนการวิจัยทั้งหมด
4. การวิจัยจะดำเนินการไปพร้อม ๆ กันกับการสอนตามปกติ

5. กระบวนการวิจัยมีการเชื่อมโยงคิดเชิงสะท้อนและการปฏิบัติอย่างชัดเจน

6. วิธีการวิจัยมีความยืดหยุ่น ปรับให้เหมาะกับสภาพการเรียนการสอน

รูปแบบของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

บัญชา แสนทวี (2545, หน้า 7-8) ได้ปรับกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemiss and McTaggart มาใช้เป็นต้นแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งแบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

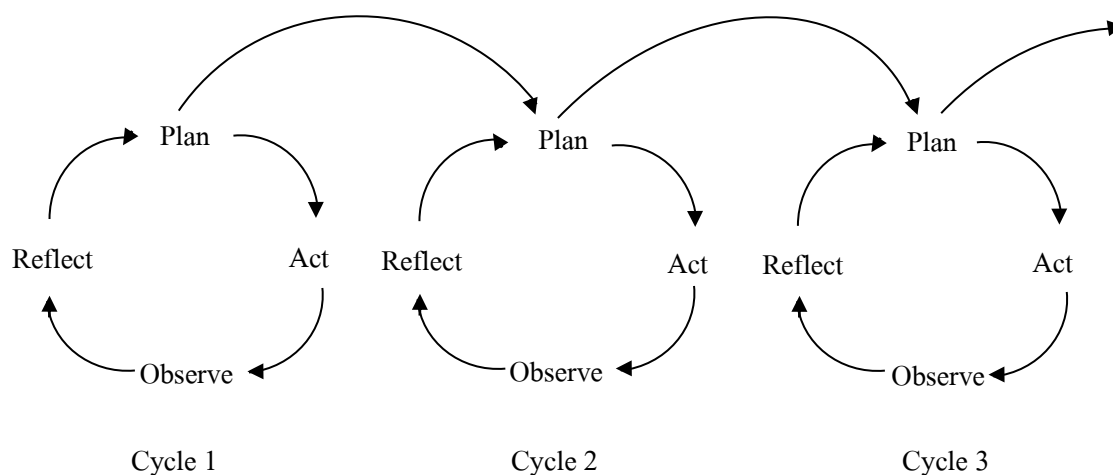
1. วางแผน (Plan) เป็นการกำหนดการทำงานใช้ผลของการวิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขหรือพัฒนามาจัดทำเป็นแผนปฏิบัติงาน รวมถึงการเลือกนวัตกรรมการนำมาใช้

2. ปฏิบัติตามแผน (Act) หลังจากทีครูจัดทำแผนการวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้วครูนำแผนที่กำหนดไว้ไปปฏิบัติ

3. สังเกตผลที่เกิดจากการปฏิบัติงาน (Observe) เป็นขั้นตอนที่ครูสังเกตผลการปฏิบัติงานของตน พร้อมทั้งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการใช้นวัตกรรมการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลที่ได้จากการใช้นวัตกรรมในการแก้ปัญหานั้น ๆ

4. สะท้อนความคิด (Reflect) เป็นขั้นตอนที่ครูนำผลการใช้นวัตกรรมการมาแปลผลอภิปรายผล ผลสรุปที่ได้จากขั้นตอนนี้ไปสู่การปรับปรุงแก้ไข ปฏิบัติงานของครู ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปวางแผนปฏิบัติงานต่อไป

กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ ครูจะดำเนินการอย่างต่อเนื่องเป็นวงจรของการปฏิบัติงาน ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (สุวิมล ว่องวานิช, 2553, หน้า 23)

นอกจากนี้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการยังมีความสอดคล้องกับการประเมินภายใน คือ วงจรการทำงานแบบ PDCA (Plan, Do, Check, Act) (สุวิมล ว่องวาณิช, 2553, หน้า 43-44) ซึ่งหากพิจารณาพบว่าขั้นตอนการปฏิบัติงานของทั้งสองวงจรเป็นกระบวนการเดียวกัน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การประเมิน/ สังเกต และการสะท้อนผล/ ปรับปรุง ซึ่งทั้งสองกระบวนการมีเป้าหมายที่คล้ายคลึงกัน คือ เป็นกระบวนการที่ต้องการพัฒนาปรับปรุงการปฏิบัติงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด และดีขึ้นกว่าเดิม จุดที่ทำให้ทั้งสองกระบวนการนี้มีความแตกต่างกัน คือ การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นกระบวนการสืบค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม ในขณะที่การประเมินผลภายในเป็นกระบวนการที่ต้องการได้คำตอบว่าแนวทางที่ปฏิบัติอยู่นั้นได้ผลเพียงใด และจะต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างไร โดยทั้งสองกระบวนการต่างใช้วิธีการที่เป็นระบบในการศึกษาหาคำตอบ

จากรูปแบบของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จะเห็นได้ว่ามีขั้นตอนหลักได้แก่ การวางแผน การปฏิบัติและสังเกตผล และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้จะเป็นกรอบของการวิจัยแบบกว้าง ๆ ดังนั้นครูผู้สอนอาจจะปรับกระบวนการวิจัยให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนของตนเองเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหามิฉะนั้นในชั้นเรียนและส่งเสริมพัฒนาผู้เรียน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนั้น ผู้วิจัยได้นำการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนมาใช้เป็นรูปแบบการวิจัย โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) หมายถึง การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนเพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหรือปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้ดีขึ้นซึ่งขั้นตอนในการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) 3 วงจร อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยมีวิธีดำเนินการตามวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan)

เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูนักเรียน วิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งจากการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้นำเอาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน คือ แผนที่ 1, 2 คือ วงจรที่ 1 แผนที่ 3, 4 คือ วงจรที่ 2 และแผนที่ 5 คือ วงจรที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe)

เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวิจัยหนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบ การเขียนบันทึกหลังการสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมาทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

งานวิจัยต่างประเทศ

โซเมอร์ (Somers, 2005) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่องพืชชายฝั่งของมลรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โกเนน (Gonen, 2006) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

งานวิจัยภายในประเทศ

อนงค์ คำแสงทอง (2550) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ

การสอนแบบสมองครบส่วน (สคส.) การสอนแบบ 7E และการสอนแบบปกติ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งวิธีการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) เป็นการเรียนการสอนที่สนองต่อการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้มากกว่า กว่าวิธีการเรียนรู้แบบปกติและแบบสมองครบส่วน (สคส.)

จรงค์ษ์ ปัญญารัตนกุลชัย (2554) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค KWDL

งานวิจัยต่างประเทศ

ชอว์ แชมเบลส เซสชิน ไพรส์ และแบร์เดน (Shaw, Chamless, Chessin, Price & Beardain, 1997, Abstract) ได้ทำการอบรมครูผู้สอนเกรด 4 เกี่ยวกับการรวมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค KWDL และให้นำไปทดลองสอนนักเรียนแล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่รวมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถเขียนคำตอบได้ละเอียดมากกว่า และยังมีเจตคติทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

งานวิจัยภายในประเทศ

นิรันดร์ แสงกุหลาบ (2547) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และตามแนว สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และตามแนว สสวท. แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาทศนิยมและ ร้อยละของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท. นอกจากนี้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เห็น ด้วยในระดับมากต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล ในด้านประโยชน์ที่ได้จาก การร่วมกิจกรรมด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนักเรียนเห็น ด้วยในระดับปานกลางต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนว สสวท. ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมกิจกรรม

พิมพากรณ์ สุขพ่วง (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีสอนแบบร่วมมือ กันแบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ผล (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีสอนแบบร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01 โดยนักเรียนมีผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วนสูงสุดและ โจทย์ปัญหา การหารเศษส่วนมีผลการเรียนรู้ต่ำสุดนอกจากนี้ ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนแบบ ร่วมมือกันแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็น โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาทางด้านพบว่า นักเรียนเห็นด้วยมากในด้าน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นลำดับที่หนึ่ง รองลงมาคือด้านประโยชน์ที่ได้รับและด้านบรรยากาศ ในการจัดการเรียนรู้

มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

พิชานันท์ รักทรัพย์ (2555) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัย

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ผลความพึงพอใจของนักเรียนพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL มีผลอยู่ในระดับมากและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL มีผลอยู่ในระดับมากที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

สุพิน ดิษฐสกุล (2543) ได้ทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เรื่อง ผลของการเรียน โดยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันในแนวคอนสตรัคชันนิซึมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า วิธีการเรียนรู้ร่วมกันในแนวคอนสตรัคชันนิซึมส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้พหุปัญญาสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

ผกาทิพย์ สังฆะมณี (2555) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยการนำวิจัยเชิงปฏิบัติการมาพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจ ตั้งใจเรียน รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนมีความมั่นใจ กล้าแสดงออกในทางที่ถูกต้อง มีการพัฒนาตัวเอง สนใจที่ค้นคว้าหาสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ นักเรียนสนใจและรักวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น สังเกตได้จากการร่วมมือในการทำงานของนักเรียน กล้าที่จะถามข้อสงสัยจากครู กล้าที่จะเสนอแนะความคิดเห็นจากครู การสรุปผลรายงานทำได้ดีกว่าเดิม และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ณัฐพงศ์ แต่งเพชร (2556) ได้ทำการศึกษาการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเรื่อง การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีต่อการพัฒนาแนวคิด เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียน และศึกษาแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องดังกล่าวผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปี ที่ 5 ที่ผ่านการเรียนในเรื่อง การรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีแนวคิดวิทยาศาสตร์และมีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนที่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์

และแนวคิดตลาดเคลื่อนบางส่วน โดยเฉพาะแนวคิดเรื่องเกณฑ์การแบ่งประเภทของเซลล์ประสาท การถ่ายทอดกระแสประสาท และกลไกการมองเห็น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นสามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่หลากหลาย รวมถึงการสร้างแบบทดสอบ การประเมินผลและเกณฑ์การให้คะแนนในวิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 49 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ 4 ขั้นตอน (PAOR) อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง 3 วงจร ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Plan)

เป็นขั้นที่วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูนักเรียน วิชาและสิ่งแวดล้อมเพื่อออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งจากการสังเกตชั้นเรียนผู้วิจัยได้นำเอาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ปฏิบัติ (Act)

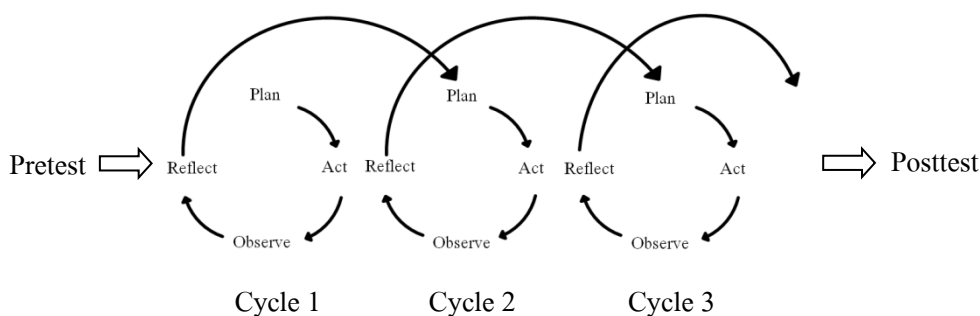
เป็นขั้นการนำเอาแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในชั้นเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน คือ แผนที่ 1, 2 คือ วงจรที่ 1 แผนที่ 3, 4 คือ วงจรที่ 2 และแผนที่ 5 คือ วงจรที่ 3 ซึ่งแบ่งตามลักษณะและความเชื่อมโยงของเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 3 สังเกต (Observe)

เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวงจรวิจัยหนึ่ง ๆ จะมีการสังเกตการณ์เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย อาจเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเก็บข้อมูลผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบ การเขียนบันทึกหลังการสอนของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน แบบสังเกตพฤติกรรม และใช้การสัมภาษณ์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ข้อมูลจากขั้นการสังเกตนั้นจะมีทั้งข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งจะนำมาทำการสรุปและสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในวงจรต่อไป โดยมีรูปแบบการวิจัย ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จำนวน 5 แผนการเรียนรู้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบอัตนัยจำนวนทั้งหมด 5 ข้อ

4. แบบทดสอบย่อยทำยาวจร ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี ในรายวิชา เคมีเพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ว 31222

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนชลราษฎรอำรุง โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งได้เนื้อหา 5 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้สาระที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
1. อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดได้	<u>แผนการเรียนรู้ที่ 1</u> ความเข้มข้นของสารละลาย - ร้อยละ โดยมวล - ส่วนในล้านส่วน/ ส่วนในพันล้านส่วน - โมลาริตี - โมลลิตี	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตี และเศษส่วน 2. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในแต่ละ	3	20

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
		หน่วยย่อยละส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลริตี และ เศษส่วน โมลได้		
	<u>แผนการเรียนรู้ที่ 2</u> การเตรียมสารละลาย	3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องความเข้มข้นของสารละลายได้ 4. เตรียมสารละลายให้มี ความเข้มข้นละปริมาณตามที่ต้องการได้ 5. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องการเตรียมสารละลายได้	3	20
2. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็ง หรือจุดหลอมเหลวของสารต่อไปนี้ได้ 2.1 สารละลายกับตัวทำละลาย 2.2 สารละลายที่มีมีตัวทำละลายชนิดเดียวกันแต่ความเข้มข้นต่างกัน	<u>แผนการเรียนรู้ที่ 3</u> สมบัติบางประการของสารละลาย - จุดเดือด - จุดเยือกแข็ง - จุดหลอมเหลว	6. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้ 7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลาย	3	20

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	หน้าหลัก
2.3 สารละลายที่มีตัวทำละลายต่างชนิดกันแต่มีความเข้มข้นเท่ากัน		<p>ต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมี ความเข้มข้นเท่ากัน ได้</p> <p>8. เปรียบเทียบจุดเดือด และจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของ สารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้</p> <p>9. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) ได้</p> <p>10. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องสมบัติบางประการของสารละลายได้</p>		
3.คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้	<u>แผนการเรียนรู้ที่ 4</u> การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมีและคำนวณจากมวลเป็นร้อยละจากสูตร	<p>11. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างสูตรเคมีแต่ละประเภทได้</p> <p>12. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบหรือโมเลกุลของน้ำจากสูตรที่กำหนดให้ได้</p>	3	20

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)	น้ำหนัก
		13. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมีและคำนวณจากมวลเป็นร้อยละจากสูตรได้		
4. คำนวณหาสูตรเคมีของสารได้	<u>แผนการเรียนรู้ที่ 5</u> การคำนวณหาสูตรเคมีของสารได้	14. คำนวณหาสูตรเคมีของสารได้	3	20
	เอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล	15. คำนวณหาสูตรเคมีของสารได้		
		16. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องการคำนวณหาสูตรเคมีของสารได้		
		รวม	15	100

1.3 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 5 แผน ซึ่ง โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- 1.3.1 ผลการเรียนรู้
- 1.3.2 สาระสำคัญ
- 1.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.3.4 ชิ้นงาน/ภาระงาน

1.3.5 สารการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.6 กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม
2. ขั้นเร้าความสนใจ
3. ขั้นสำรวจและค้นหา

K: โจทย์บอกอะไรบ้าง

W: โจทย์ให้หาอะไร/ มีวิธีการอย่างไร

D: ดำเนินการตามขั้นตอน

L: คำตอบที่ได้คืออะไร

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

5. ขั้นขยายความรู้

K: โจทย์บอกอะไรบ้าง

W: โจทย์ให้หาอะไร/ มีวิธีการอย่างไร

D: ดำเนินการตามขั้นตอน

L: คำตอบที่ได้คืออะไร

6. ขั้นประเมินผล

7. ขั้นนำไปใช้

1.3.7 การจัดบรรยากาศเชิงบวก

1.3.8 อุปกรณ์สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.3.9 การวัดและประเมินผล

1.3.10 เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

1.3.11 บันทึกหลังการสอน

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งพบว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 แสดงว่ามีความเหมาะสมมาก สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญโดยปรับการใช้คำในการเขียนแผนให้ชัดเจน เพิ่มการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา ปรับปรุงกิจกรรมให้มีความน่าสนใจเพิ่มขึ้น

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการจริง	น้ำหนัก
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า			
<p>พินิจฉัยส่วน</p> <p>- โมลาริตี</p> <p>- โมแลริตี</p> <p>- เศษส่วน โมล</p>	<p>โมลาริตี โมแลริตี และเศษส่วน โมลได้</p> <p>2. คำวนหา</p> <p>ความเข้มข้นของ</p> <p>สารละลายในแต่ละ</p> <p>หน่วยร้อยละส่วนใน</p> <p>ส่วนใน</p> <p>พินิจฉัยส่วน โมลาริตี</p> <p>โมแลริตี และ</p> <p>เศษส่วน โมลได้</p>	-	2	2	2	2	2	10	5	17
<p><u>แผนการเรียนรู้ที่ 2</u></p> <p>การเตรียม</p> <p>สารละลาย</p>	<p>3. เตรียมสารละลาย</p> <p>ให้มีความเข้มข้นและ</p> <p>ปริมาตรตามที่</p> <p>ต้องการได้</p>	2	2	2	2	2	2	12	6	20
<p><u>แผนการเรียนรู้ที่ 3</u></p> <p>สมบัติบางประการ</p> <p>ของสารละลาย</p> <p>- จุดเดือด</p> <p>- จุดเยือกแข็ง</p> <p>- จุดหลอมเหลว</p>	<p>4. เปรียบเทียบจุด</p> <p>เดือดและจุดเยือกแข็ง</p> <p>หรือจุดหลอมเหลว</p> <p>ของสารละลายกับตัว</p> <p>ทำละลายที่เป็นสาร</p> <p>บริสุทธิ์ได้</p>	-	-	-	2	-	-	2	1	13
<p>- จุดเดือด</p> <p>- จุดเยือกแข็ง</p> <p>- จุดหลอมเหลว</p>	<p>5. เปรียบเทียบจุด</p> <p>เดือดและจุดเยือกแข็ง</p> <p>หรือจุดหลอมเหลว</p>	-	-	-	2	-	-	2	1	

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม	ต้องการจริง	น้ำหนัก	
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์				
	ของสารละลายที่มี ตัวละลายต่างชนิดใน ตัวทำละลายชนิด เดียวกันและมี ความเข้มข้นเท่ากันได้									
	6. เปรียบเทียบจุด เดือดและจุดเยือกแข็ง หรือจุดหลอมเหลว ของสารละลายชนิด เดียวกันที่มีความ เข้มข้นแตกต่างกันได้	-	-	-	2	-	-	2	1	
					(1)					
	7. บอกความหมาย ของค่าคงที่ของ การเพิ่มขึ้นของ จุดเดือด (K_b) และ ค่าคงที่ของการลดลง ของจุดเยือกแข็ง (K_f) ได้	2	-	-	-	-	-	2	1	
		(1)								
<u>แผนการเรียนรู้ที่ 4</u>	8. อธิบายความหมาย และยกตัวอย่างสูตร สูตรเคมี และ คำนวณจากมวล เป็นร้อยละจากสูตร	2	2	-	-	-	-	4	2	20
		(1)	(1)							
	9. คำนวณหามวลเป็น ร้อยละของธาตุ	-	2	2	2	-	2	8	4	
			(1)	(1)	(1)		(1)			

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ						รวม	ต้องการจริง	น้ำหนัก
		ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า			
แผนการเรียนรู้ที่ 5 การคำนวณหาสูตร เอมพิริคัลและสูตร โมเลกุล	องค์ประกอบหรือ โมเลกุลของน้ำจาก สูตรที่กำหนดให้ได้									
	10. คำนวณหาสูตร เอมพิริคัล เมื่อทราบ มวลเป็นกรัมและมวล อะตอมของธาตุ องค์ประกอบได้	-	2	4	-	-	-	6	3	20
รวม	11. คำนวณหาสูตร โมเลกุลของสาร เมื่อ ทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลของ สารได้	-	2	2	2	-	-	6	3	
			(1)	(1)	(1)					
		10	14	12	14	4	6	60	30	100

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาเคมีเพิ่มเติม เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ .50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ผลการประเมินปรากฏว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้นทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 นำแบบทดสอบไปใช้ได้

2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.8 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน

2.9 วิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 195) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (D) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 123,127) จากนั้นดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด ซึ่งได้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.22-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.20-0.84

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร K.R.20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

2.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

3.2 ศึกษาเทคนิคในการสร้างข้อสอบจากหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสอบ หนังสือการวัดผลและประเมินผล เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อประกอบด้วยโจทย์ปัญหาในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของ KWDL ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) K (What we know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง 2) W (What we want to know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ 3) D (What we do to find out) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการหรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ และ 4) L (What we learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ซึ่งก็คือคำตอบที่ได้จากขั้นที่ 3 เช่น

ตารางที่ 3-3 ตัวอย่างตาราง KWDL ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

0. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 2.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะต้องใช้โซเดียมคลอไรด์กี่กรัม

K	W	D	L
โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร / มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการ ตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร
.....
.....
.....
.....

3.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยศึกษาเกณฑ์และแนวทางการประเมินแบบอิงเกณฑ์รูบริคส์ และสังเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยแบ่งเป็นระดับการให้คะแนนแต่ละข้อเป็น 3 ระดับ คือ 2, 1 และ 0 ซึ่งหมายถึง มีคุณภาพระดับดีพอใช้ และปรับปรุง ตามลำดับ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
K บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้ ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้ ถูกต้องบางส่วนหรือระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
W บอกสิ่งที่โจทย์ให้หา/ มีวิธีการอย่างไร	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสามารถบอกวิธีการในการหาคำตอบได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องแต่บอกวิธีการในการหาคำตอบผิดหรือไม่สามารถบอกวิธีการได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุและไม่สามารถบอกวิธีการในการหาคำตอบ
D ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง ครบถ้วนและเหมาะสม	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้หาคำตอบได้แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครบกระบวนการ	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียนระบุกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา
L คำตอบ	ตอบคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์	ตอบคำตอบได้ถูกต้องแต่หน่วยผิด	ตอบคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ

3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเกณฑ์ในการให้คะแนนเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเกณฑ์ในการให้คะแนนที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ และการวัดผล เพื่อตรวจสอบลักษณะ ในเรื่อง สถานการณ์ การใช้คำถาม ภาษาที่ใช้ เนื้อหา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม

3.7 พิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) จะถือว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินมีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.16 และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินมีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.09 แสดงว่ามีความเหมาะสมมากและมากที่สุด ตามลำดับ และสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.9 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยาก (P) (สมนึก ภัททิยธนี, 2549, หน้า 195) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (D) ซึ่งพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.47-0.79 และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.21-0.51

3.10 นำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งฉบับ โดยการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.73

3.11 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เป็นแบบทดสอบย่อยที่ให้นักเรียนทดสอบหลังจบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนวงจรละ 10 ข้อ และข้อสอบอัตนัยวงจรละ 3 ข้อ เพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีดังนี้

4.1 ศึกษาหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้องกับเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

4.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้สร้างและพัฒนาขึ้น

4.3 สร้างตารางความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	ชนิดข้อสอบ (ข้อ)	
		ปรนัย	อัตนัย
<u>แผนการเรียนรู้ที่ 1</u> ความเข้มข้นของ สารละลาย	1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของ สารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลลริตี และ	10	3

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		ปรนัย	อัตนัย
- ร้อยละ โดยมวล - ส่วนในล้านส่วน/ ส่วนในพันล้านส่วน - โมลาริตี - โมแลริตี - เศษส่วน โมล	เศษส่วน โมลได้ 2. กำหนดหาความเข้มข้นของสารละลายในแต่ ละหน่วยร้อยละส่วนในล้านส่วน ส่วนใน พันล้านส่วน โมลาริตี โมแลริตี และเศษส่วนโมล ได้ 3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องความเข้มข้น ของสารละลายได้ 4. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตร ตามที่ต้องการได้ 5. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องการเตรียม สารละลายได้		
<u>แผนการเรียนรู้ที่ 2</u> การเตรียม สารละลาย			
<u>แผนการเรียนรู้ที่ 3</u> สมบัติบางประการ ของสารละลาย - จุดเดือด - จุดเยือกแข็ง - จุดหลอมเหลว	6. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุด หลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็น สารบริสุทธิ์ได้ 7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุด หลอมเหลวของสารละลายที่มีตัวละลาย ต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความ เข้มข้นเท่ากันได้ 8. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุด หลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความ เข้มข้นแตกต่างกันได้ 9. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้น ของจุดเดือด (K_b) และค่าคงที่ของการลดลงของ จุดเยือกแข็ง (K_f) ได้ 10. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องสมบัติบาง ประการของสารละลายได้	10	3
<u>แผนการเรียนรู้ที่ 4</u> การคำนวณเกี่ยวกับ สูตรเคมีและคำนวณ จากมวลเป็นร้อยละ จากสูตร			

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)	
		ปรนัย	อัตนัย
	11. อธิบายความหมายและยกตัวอย่างสูตรเคมีแต่ละประเภทได้ 12. คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบหรือโมเลกุลของน้ำจากสูตรที่กำหนดให้ได้ 13. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมีและคำนวณจากมวลเป็นร้อยละจากสูตรได้		
<u>แผนการเรียนรู้ที่ 5</u> การคำนวณหาสูตร เอมพิริคัลและสูตร โมเลกุล	14. คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบได้ 15. คำนวณหาสูตรโมเลกุลของสาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลของสารได้ 16. สามารถแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล	10	3

4.4 สร้างแบบทดสอบย่อยในวงจรการเรียนรู้ 3 วงจร เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ วงจรละ 10 ข้อ แบบอัตนัย 9 ข้อ วงจรละ 3 ข้อ

4.5 นำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา จำนวนข้อของแบบทดสอบและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และนำไปแก้ไขปรับปรุง

4.6 นำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่แก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาและตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดยใช้การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของข้อสอบแบบปรนัย และพิจารณาค่าความเหมาะสมของข้อสอบแบบอัตนัย

4.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาหาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.50-1.00 ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผลการประเมินพบว่า แบบทดสอบปรนัยทุกข้อที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และแบบทดสอบอัตนัยมีค่าความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.40-5.00 ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองประเภทสามารถนำไปใช้ได้

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ประกอบด้วยกิจกรรมต่อไปนี้

1. วิเคราะห์และสำรวจปัญหา ศึกษาสภาพปัญหาของนักเรียนโดยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมีที่มีประสบการณ์ และนักเรียน เพื่อวิเคราะห์ให้ได้รายละเอียดและตรงกับสภาพปัญหาจริงที่เกิดในการเรียนวิชาเคมีมากที่สุด

2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางที่จะนำมาแก้ปัญหาในห้องเรียน

3. เลือกนวัตกรรมหรือวิธีการในแก้ปัญหา

4. การสร้างเครื่องมือวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

4.4 แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติตามแผน (Action) ก่อนเข้าสู่ขั้นการปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยทดสอบ

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากนั้นดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Action) การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL กับกลุ่มเป้าหมายในรายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง จำนวน 5 แผน โดยผู้วิจัยจะดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอน (PAOR) และต่อเนื่องเป็น 3 วงจร โดยแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรแบ่งตามลักษณะและความเชื่อมโยงของเนื้อหาสาระ ดังนี้

วงจรที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย ซึ่งทั้ง 2 แผนการจัดการเรียนรู้มีสาระ

ที่เกี่ยวข้องกับความรูพื้นฐานและการคำนวณเกี่ยวกับสารละลาย

วงจรที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร ซึ่งทั้ง 2 แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีความเกี่ยวข้องกับเรื่องการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านองค์ประกอบและสมบัติของสารละลายที่ได้จากในวงจรที่ 1

วงจรที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล ซึ่งมีความเชื่อมโยงจากการประยุกต์ใช้ความรู้ในวงจรที่ 2

จากการแบ่งเนื้อหาการจัดการเรียนการสอนเป็น 3 วงจร สามารถแสดงขั้นตอนรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอนแต่ละวงจร ดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out)
2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย และการเตรียมสารละลายกับกลุ่มเป้าหมาย
3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใบกิจกรรม การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย อนุทินของผู้วิจัย การสังเกตพฤติกรรม และภาระงานที่มอบหมายให้กับนักเรียน
4. การสะท้อนผล ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น หาจุดดีและจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผนที่ 1 และ 2 เพื่อนำไปวางแผนในวงจรที่ 2 ต่อไป

วงจรที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้ข้อมูลจากการสะท้อนผลในวงจรที่ 1
2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย และ การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมีและคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตรกับกลุ่มเป้าหมาย
3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใบกิจกรรม การนำเสนอ การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย

อนุทินของผู้วิจัย การสังเกตพฤติกรรม และภาระงานที่มอบหมายให้กับนักเรียน

4. การสะท้อนผล ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น หากจุดดีและจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผนที่ 3 และ 4 เพื่อนำไปวางแผนในวงจรที่ 3 ต่อไป

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวางแผน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยใช้ข้อมูลจากการสะท้อนผลในวงจรที่ 2

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล กับกลุ่มเป้าหมาย

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน โดยใช้แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ใบกิจกรรม การนำเสนอ การบันทึกท้ายแผนของผู้วิจัย อนุทินของผู้วิจัย การสังเกตพฤติกรรม และภาระงานที่มอบหมายให้กับนักเรียน

4. การสะท้อนผล ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และนักเรียน ร่วมกันสรุปปัญหาที่เกิดขึ้น หากจุดดีและจุดด้อยจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 5 เพื่อนำไปวางแผนในครั้งต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกตผล (Observe) เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบทุกวงจร ผู้วิจัย ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ และบันทึกผลการทดสอบไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัย ผู้ช่วยผู้วิจัย และนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการใช้การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL โดยพิจารณาจากผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เพื่ออธิบายปัญหาต่าง ๆ ที่ควรปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในแต่ละวงจรอย่างต่อเนื่อง โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์พัฒนาการ พร้อมทั้งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306) คือ

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

1.2 หาค่าร้อยละ (P) โดยใช้สูตร (พิสนุ พองศรี, 2551, หน้า 152) คือ

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ
	N	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.3 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

2. การวิเคราะห์พัฒนาการ ใช้การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ คำนวณจากสูตร (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$GS\% = \frac{Y-X}{F-X} \times 100$$

เมื่อ	GS(%)	แทน	คะแนนร้อยละของพัฒนาการของผู้เรียน
	X	แทน	คะแนนวัดครั้งก่อน
	Y	แทน	คะแนนวัดครั้งหลัง
	F	แทน	คะแนนเต็ม

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

3.2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 127)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

3.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำได้โดยการใช้เทคนิค 50% เพื่อแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วใช้สูตรเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 122-123)

$$D = \frac{R_U}{N_U} - \frac{R_1}{N_1}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	R_U	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_L	แทน	จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N_U	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

3.3 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้สูตร P_E ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 199-200) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

3.3.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

$$P = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีค่าความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.3.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (K.R.20) (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 114-115)

$$K.R.20 = \frac{n}{(n-1)} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	n	แทน	จำนวนข้อของข้อคำถาม
	p	แทน	สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้คะแนน 1
	q	แทน	สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้คะแนน 0
	S ²	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมรายบุคคล

หาได้จากสูตร $S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนคนที่ทำการทดสอบ
-------	---	-----	----------------------

3.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 108)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S _i ²	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S _t ²	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย
ใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและ
ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณ
สารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ผลพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
วงจรที่ 1 ถึง วงจรที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้
7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ได้ผลดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 คะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปริมาตรสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

ค.ร.บ.	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - ข้อ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - ข้อ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - ข้อ (%)	ความเข้าใจ (%)	นำไปใช้ (%)	วิเคราะห์ (%)	สังเคราะห์ (%)	ประเมินค่า (%)	รวมทั้งฉบับ (%)
1	2	2	4	3	0	0	11	3	4	5	5	1	1	19	33.33	66.67	25.00	50.00	50.00	33.33	42.11
2	1	0	2	1	0	1	5	4	4	4	3	1	3	19	75.00	80.00	33.33	33.33	50.00	100.00	56.00
3	3	3	6	1	1	1	15	4	5	7	7	2	1	26	50.00	100.00	50.00	100.00	100.00	0.00	73.33
4	2	3	4	3	1	1	14	4	4	4	6	1	1	20	66.67	50.00	0.00	75.00	0.00	0.00	37.50
5	2	3	1	3	0	2	11	3	4	7	4	2	2	22	33.33	50.00	85.71	25.00	100.00	0.00	57.89
6	2	3	1	2	1	1	10	4	5	5	5	2	1	22	66.67	100.00	57.14	60.00	100.00	0.00	60.00
7	2	2	1	1	0	1	7	3	2	3	2	0	1	11	33.33	0.00	28.57	16.67	0.00	0.00	17.39
8	1	2	1	3	1	0	8	3	5	8	4	1	1	22	50.00	100.00	100.00	25.00	0.00	33.33	63.64
9	1	3	4	3	1	0	12	3	4	6	5	2	1	21	50.00	50.00	50.00	50.00	100.00	33.33	50.00
10	0	3	3	2	0	0	8	2	5	7	4	2	1	21	40.00	100.00	80.00	40.00	100.00	33.33	59.09
11	0	1	1	1	1	1	5	3	4	4	3	1	2	17	60.00	75.00	42.86	33.33	0.00	50.00	48.00
12	1	3	3	2	1	1	11	3	4	5	3	2	1	18	50.00	50.00	40.00	20.00	100.00	0.00	36.84

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

คน ที่	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - จำ (5)	ความเข้าใจ (5)	นำไปใช้ (8)	วิเคราะห์ (7)	สังเคราะห์ (2)	ประเมินค่า (3)	รวมทั้งฉบับ (30)	ความรู้ - จำ (5)	ความเข้าใจ (5)	นำไปใช้ (8)	วิเคราะห์ (7)	สังเคราะห์ (2)	ประเมินค่า (3)	รวมทั้งฉบับ (30)	ความรู้ - จำ (%)	ความเข้าใจ (%)	นำไปใช้ (%)	วิเคราะห์ (%)	สังเคราะห์ (%)	ประเมินค่า (%)	รวมทั้งฉบับ (%)
13	1	2	2	1	0	0	6	2	4	2	2	0	1	11	25.00	66.67	0.00	16.67	0.00	33.33	20.83
14	0	1	1	0	1	0	3	2	4	5	2	1	2	16	40.00	75.00	57.14	28.57	0.00	66.67	48.15
15	2	3	2	3	1	0	11	4	5	6	4	1	1	21	66.67	100.00	66.67	25.00	0.00	33.33	52.63
16	2	2	1	1	0	1	7	4	3	7	3	1	2	20	66.67	33.33	85.71	33.33	50.00	50.00	56.52
17	2	0	1	4	1	0	8	3	5	5	5	1	1	20	33.33	100.00	57.14	33.33	0.00	33.33	54.55
18	2	0	1	3	0	0	6	2	3	2	3	1	2	13	0.00	60.00	14.29	0.00	50.00	66.67	29.17
19	1	4	5	1	1	0	12	3	5	7	2	1	1	19	50.00	100.00	66.67	16.67	0.00	33.33	38.89
20	0	2	3	3	1	1	10	4	2	4	3	2	1	16	80.00	0.00	20.00	0.00	100.00	0.00	30.00
21	1	1	3	3	1	1	10	4	3	5	4	2	1	19	75.00	50.00	40.00	25.00	100.00	0.00	45.00
22	1	1	3	1	1	1	8	1	2	5	1	1	1	11	0.00	25.00	40.00	0.00	0.00	0.00	13.64
23	1	0	2	0	0	0	3	2	4	5	5	2	3	21	25.00	80.00	50.00	71.43	100.00	100.00	66.67
24	1	2	2	1	0	2	8	3	2	3	2	2	2	14	50.00	0.00	16.67	16.67	100.00	0.00	27.27

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

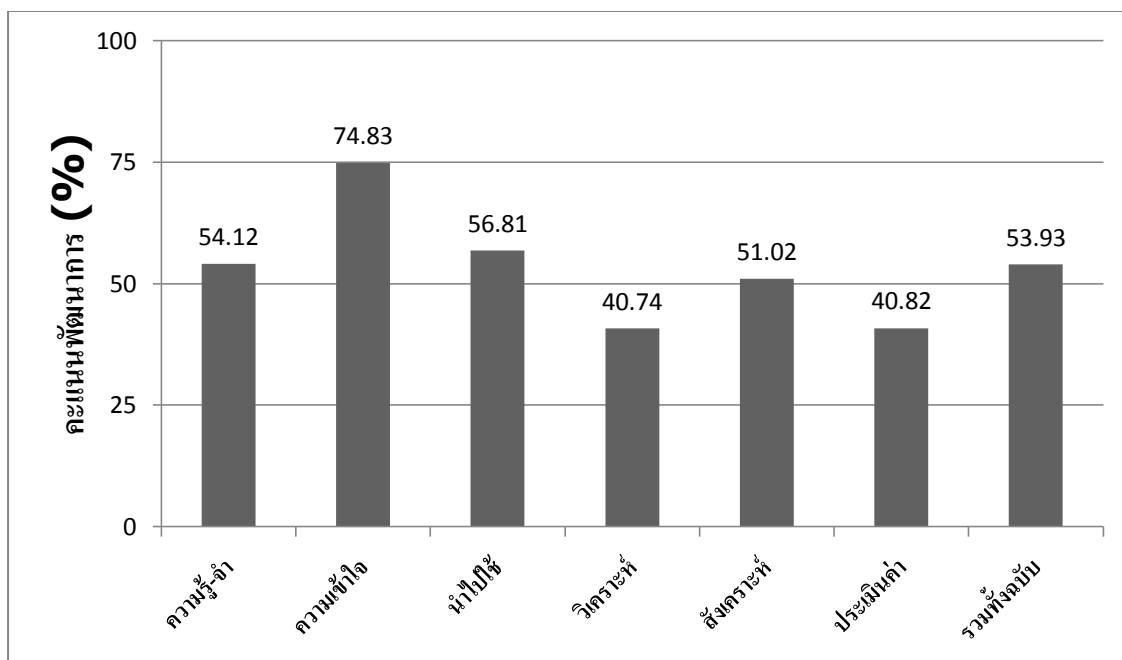
คน ร.ด.	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ
	(5)	(5)	(8)	(7)	(2)	(3)	(30)	(5)	(5)	(8)	(7)	(2)	(3)	(30)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
25	1	1	2	1	0	1	6	1	4	5	2	1	1	14	0.00	75.00	50.00	16.67	50.00	0.00	33.33
26	1	1	2	1	0	0	5	1	4	6	5	2	3	21	0.00	75.00	66.67	66.67	100.00	100.00	64.00
27	0	1	2	0	0	0	3	4	5	5	5	1	2	22	80.00	100.00	50.00	71.43	50.00	66.67	70.37
28	1	1	2	2	0	0	6	2	3	5	3	0	1	14	25.00	50.00	50.00	20.00	0.00	33.33	33.33
29	2	1	4	5	1	2	15	4	5	7	6	2	3	27	66.67	100.00	75.00	50.00	100.00	100.00	80.00
30	2	1	3	2	0	2	10	5	5	4	5	2	2	23	100.00	100.00	20.00	60.00	100.00	0.00	65.00
31	1	0	1	2	1	2	7	4	4	6	4	1	3	22	75.00	80.00	71.43	40.00	0.00	100.00	65.22
32	1	3	1	2	1	1	9	4	5	7	6	1	2	25	75.00	100.00	85.71	80.00	0.00	50.00	76.19
33	3	3	2	2	0	2	12	5	5	5	6	2	3	26	100.00	100.00	50.00	80.00	100.00	100.00	77.78
34	0	2	1	2	1	2	8	5	4	6	5	2	2	24	100.00	66.67	71.43	60.00	100.00	0.00	72.73
35	2	3	2	0	1	1	9	5	5	8	5	1	1	25	100.00	100.00	100.00	71.43	0.00	0.00	76.19
36	2	3	2	1	1	0	9	5	4	5	2	1	2	19	100.00	50.00	50.00	16.67	0.00	66.67	47.62

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

คน ที่	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ
	(5)	(5)	(8)	(7)	(2)	(3)	(30)	(5)	(5)	(8)	(7)	(2)	(3)	(30)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
37	3	3	4	1	0	2	13	4	5	7	4	0	2	22	50.00	100.00	75.00	50.00	0.00	0.00	52.94
38	2	3	2	4	1	1	13	4	5	8	5	2	2	26	66.67	100.00	100.00	33.33	100.00	50.00	76.47
39	2	4	5	2	0	1	14	4	5	7	2	0	2	20	66.67	100.00	66.67	0.00	0.00	50.00	37.50
40	1	1	0	2	0	0	4	3	4	8	5	2	2	24	50.00	75.00	100.00	60.00	100.00	66.67	76.92
41	2	3	3	3	0	1	12	3	4	4	4	0	2	17	33.33	50.00	20.00	25.00	0.00	50.00	27.78
42	1	2	3	3	1	2	12	3	4	6	4	2	2	21	50.00	66.67	60.00	25.00	100.00	0.00	50.00
43	2	3	5	1	0	1	12	4	5	7	4	2	1	23	66.67	100.00	66.67	50.00	100.00	0.00	61.11
44	1	3	2	1	0	2	9	2	5	7	4	1	3	22	25.00	100.00	83.33	50.00	50.00	100.00	61.90
45	0	1	1	1	1	1	5	4	5	7	4	1	3	24	80.00	100.00	85.71	50.00	0.00	100.00	76.00
46	2	2	1	1	0	0	6	4	5	7	4	1	1	22	66.67	100.00	85.71	50.00	50.00	33.33	66.67
47	0	2	2	3	1	0	8	4	4	4	3	1	2	18	80.00	66.67	33.33	0.00	0.00	66.67	45.45
48	1	3	3	2	1	0	10	4	5	7	7	2	2	27	75.00	100.00	80.00	100.00	100.00	66.67	85.00

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

คน	คะแนนก่อนเรียน							คะแนนหลังเรียน							คะแนนพัฒนาการ						
	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ	ความรู้ - จำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมทั้งฉบับ
	(5)	(5)	(8)	(7)	(2)	(3)	(30)	(5)	(5)	(8)	(7)	(2)	(3)	(30)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
49	3	2	3	3	0	1	12	3	5	7	6	2	3	26	0.00	100.00	80.00	75.00	100.00	100.00	77.78
\bar{x}	1.37	2.00	2.35	1.90	0.51	0.82	8.94	3.35	4.20	5.63	4.02	1.31	1.76	20.27	54.12	74.83	56.81	40.74	51.02	40.82	53.93
S	0.85	1.09	1.32	1.13	0.50	0.75	3.19	1.04	0.90	1.53	1.42	0.68	0.74	4.18	27.70	28.75	26.27	25.82	45.73	36.59	18.21



ภาพที่ 4-1 แผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWL

จากตารางที่ 4-1 และภาพที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWL มีคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ รวมทั้งฉบับ เฉลี่ยร้อยละ 53.93 ซึ่งนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายด้าน พบว่า ความเข้าใจมีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 74.83 รองลงมาเป็นด้านนำไปใช้ ร้อยละ 56.81 ด้านความรู้-จำ ร้อยละ 54.12 ด้านสังเคราะห์ ร้อยละ 51.02 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสี่ด้านนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และรองลงมาด้านประเมินค่า ร้อยละ 40.82 และด้านวิเคราะห์ ร้อยละ 40.74 ตามลำดับ นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนแล้วทำให้นักเรียนมีระดับพัฒนาการด้านความเข้าใจมากที่สุดซึ่งเป็นผลทำให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านอื่น ๆ ให้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เช่น นักเรียนคนที่ 3, 27, 33 และ 48 เป็นต้น ซึ่งจากการทดสอบก่อนเรียนพบว่านักเรียนมีคะแนนในด้านความรู้ความจำและความเข้าใจต่ำจึงทำให้คะแนนในด้านอื่น ๆ ต่ำไปด้วย สอดคล้องกับเมื่อทำการทดสอบหลังเรียนพบว่านักเรียนมีคะแนนในด้านความรู้ความจำ และความเข้าใจสูงขึ้นจึงทำให้คะแนนในด้าน

อื่น ๆ สูงขึ้นตามไปด้วย จากการสังเกตนักเรียนในกลุ่มนี้พบว่าเป็นนักเรียนที่มีความกระตือรือร้นสนใจในการเรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน และมีความขยันหมั่นเพียรในการทำแบบฝึกหัดจึงทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในสาระการเรียนรู้มากขึ้น สำหรับนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ได้แก่ นักเรียนคนที่ 7, 13 และ 22 ซึ่งมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 25 จากการสังเกตและสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มนี้ทำให้ทราบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจ และไม่สามารถจับประเด็นที่สำคัญของเนื้อหาได้ จึงทำให้นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนในด้านความรู้ความจำและความเข้าใจของนักเรียนกลุ่มนี้ที่อยู่ในระดับต่ำ จึงส่งผลให้ผลคะแนนในด้านอื่น ๆ ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไปด้วย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายด้านพบว่า ด้านการวิเคราะห์และด้านการประเมินค่ามีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันซึ่งอยู่ในระดับกลาง และมีค่าต่ำกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านอื่น ๆ เนื่องจากการวัดความรู้ในระดับสูงผู้เรียนจึงต้องสามารถนำความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาไปประยุกต์ใช้ หรืออาจเป็นผลมาจากจำนวนข้อของข้อสอบที่ไม่เท่ากันจึงส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยในแต่ละด้าน

2. ผลการวิเคราะห์พัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ได้ผลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 คะแนนพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยรวมและจำแนกเป็นรายด้านตามลำดับขั้นตอนของ KWDL ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

คนที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	K	W	D	L	รวมทั้งหมด	K	W	D	L	รวมทั้งหมด	K	W	D	L	รวมทั้งหมด
	โจทย์บออะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร		โจทย์บออะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร		โจทย์บออะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร	
(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
1	2	1	0	0	3	8	7	2	0	17	75.00	66.67	20.00	0.00	37.84
2	9	5	0	0	14	9	7	1	0	17	0.00	40.00	10.00	0.00	11.54
3	9	5	0	0	14	10	10	10	6	36	100.00	100.00	100.00	60.00	84.62
4	10	5	0	0	15	10	5	4	3	22	0.00	0.00	40.00	30.00	28.00
5	10	3	0	0	13	10	6	8	7	31	0.00	42.86	80.00	70.00	66.67
6	10	5	0	0	15	10	8	10	9	37	0.00	60.00	100.00	90.00	88.00
7	6	2	1	0	9	10	4	1	0	15	100.00	25.00	0.00	0.00	19.35
8	9	5	0	0	14	10	6	5	4	25	100.00	20.00	50.00	40.00	42.31

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	K	W	D	L		K	W	D	L		K	W	D	L	
	โจทย์บอกอะไรบ้าง (10)	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร (10)	ดำเนินการตามขั้นตอน (10)	คำตอบที่ได้คืออะไร (10)		รวมทั้งนับ (40)	โจทย์บอกอะไรบ้าง (10)	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร (10)	ดำเนินการตามขั้นตอน (10)		คำตอบที่ได้คืออะไร (10)	รวมทั้งนับ (40)	โจทย์บอกอะไรบ้าง (%)	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร (%)	ดำเนินการตามขั้นตอน (%)
9	5	4	0	0	9	10	5	0	0	15	100.00	16.67	0.00	0.00	19.35
10	6	5	0	0	11	10	6	6	6	28	100.00	20.00	60.00	60.00	58.62
11	4	4	0	0	8	10	7	6	3	26	100.00	50.00	60.00	30.00	56.25
12	9	5	0	0	14	10	7	6	3	26	100.00	40.00	60.00	30.00	46.15
13	5	5	0	0	10	10	5	0	0	15	100.00	0.00	0.00	0.00	16.67
14	6	4	0	0	10	10	7	3	2	22	100.00	50.00	30.00	20.00	40.00
15	9	5	0	0	14	10	9	9	8	36	100.00	80.00	90.00	80.00	84.62
16	10	4	0	0	14	10	9	6	4	29	0.00	83.33	60.00	40.00	57.69
17	10	5	0	0	15	10	10	10	9	39	0.00	100.00	100.00	90.00	96.00

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	K	W	D	L		K	W	D	L		K	W	D	L	
	โจทย์บอกอะไรบ้าง (10)	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร (10)	ดำเนินการตามขั้นตอน (10)	คำตอบที่ได้คืออะไร (10)		รวมทั้งนับ (40)	โจทย์บอกอะไรบ้าง (10)	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร (10)	ดำเนินการตามขั้นตอน (10)		คำตอบที่ได้คืออะไร (10)	รวมทั้งนับ (40)	โจทย์บอกอะไรบ้าง (%)	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร (%)	ดำเนินการตามขั้นตอน (%)
18	5	5	0	0	10	10	5	0	2	17	100.00	0.00	0.00	20.00	23.33
19	4	5	0	0	9	10	6	2	2	20	100.00	20.00	20.00	20.00	35.48
20	2	1	0	0	3	9	7	2	2	20	87.50	66.67	20.00	20.00	45.95
21	10	5	0	0	15	10	6	8	7	31	0.00	20.00	80.00	70.00	64.00
22	0	0	0	0	0	10	7	6	4	27	100.00	70.00	60.00	40.00	67.50
23	8	4	0	0	12	10	6	2	0	18	100.00	33.33	20.00	0.00	21.43
24	4	4	0	0	8	8	5	5	2	20	66.67	16.67	50.00	20.00	37.50
25	3	1	0	0	4	10	5	2	2	19	100.00	44.44	20.00	20.00	41.67
26	10	5	0	0	15	10	9	10	9	38	0.00	80.00	100.00	90.00	92.00

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

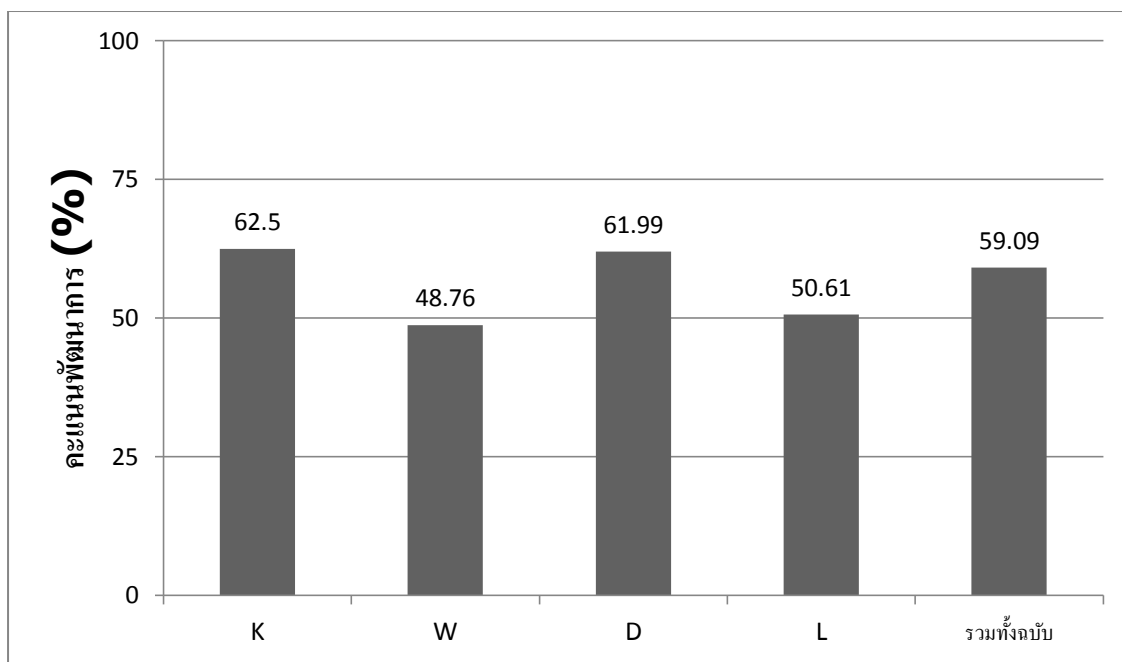
คนที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	K	W	D	L		K	W	D	L		K	W	D	L	
	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร		รวมทั้งหมด	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน		คำตอบที่ได้คืออะไร	รวมทั้งหมด	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	
(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
27	7	5	0	0	12	10	8	8	7	33	100.00	60.00	80.00	70.00	75.00
28	4	4	0	0	8	10	9	8	6	33	10.00	83.33	80.00	60.00	78.13
29	10	5	0	0	15	10	7	8	7	32	0.00	40.00	80.00	70.00	68.00
30	7	4	0	0	11	8	5	4	4	21	33.33	16.67	40.00	40.00	34.48
31	10	5	0	0	15	10	7	9	7	33	0.00	40.00	90.00	70.00	72.00
32	8	4	0	0	12	10	9	8	5	32	100.00	83.33	80.00	50.00	71.43
33	9	5	0	0	14	10	9	10	10	39	100.00	80.00	100.00	100.00	96.15
34	8	5	0	0	13	10	8	9	7	34	100.00	60.00	90.00	70.00	77.78
35	7	4	0	0	11	10	8	10	8	36	100.00	66.67	100.00	80.00	86.21

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	K	W	D	L		K	W	D	L		K	W	D	L	
	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร		รวมทั้งหมด	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน		คำตอบที่ได้คืออะไร	รวมทั้งหมด	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน
(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
36	10	5	0	0	15	10	10	9	7	36	0.00	100.00	90.00	70.00	84.00
37	10	5	0	0	15	10	9	7	6	32	0.00	80.00	70.00	60.00	68.00
38	7	5	0	0	12	10	10	10	9	39	100.00	100.00	100.00	90.00	96.43
39	7	5	0	0	12	10	8	10	9	37	100.00	60.00	100.00	90.00	89.29
40	10	5	0	0	15	10	8	9	7	34	0.00	60.00	90.00	70.00	76.00
41	8	5	0	0	13	10	6	2	2	20	100.00	20.00	20.00	20.00	25.93
42	6	3	0	0	9	10	9	10	9	38	100.00	85.71	100.00	90.00	93.55
43	8	4	0	0	12	8	4	6	4	22	0.00	0.00	60.00	40.00	35.71
44	9	5	0	0	14	10	5	4	3	22	100.00	0.00	40.00	30.00	30.77

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน					คะแนนหลังเรียน					คะแนนพัฒนาการ				
	K	W	D	L		K	W	D	L		K	W	D	L	
	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คืออะไร		รวมทั้งฉบับ	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน		คำตอบที่ได้คืออะไร	รวมทั้งฉบับ	โจทย์บอกอะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร/มีวิธีการอย่างไร	
(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(10)	(10)	(10)	(10)	(40)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
45	5	4	0	0	9	10	7	8	7	32	100.00	50.00	80.00	70.00	74.19
46	10	5	0	0	15	10	9	10	9	38	0.00	80.00	100.00	90.00	92.00
47	8	5	2	0	15	8	5	5	4	22	0.00	0.00	37.50	40.00	28.00
48	10	5	0	0	15	10	5	10	9	34	0.00	0.00	100.00	90.00	76.00
49	2	1	0	0	3	10	8	8	8	34	100.00	77.78	80.00	80.00	83.78
I-X	7.24	4.18	0.06	0.00	11.49	9.76	7.08	6.24	5.06	28.14	62.50	48.76	61.99	50.61	59.09
S	2.68	1.32	0.31	0.00	3.77	0.62	1.71	3.29	3.05	7.74	46.82	31.38	33.35	30.47	25.78



ภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงระดับพัฒนาการด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

จากตารางที่ 4-2 และภาพที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีคะแนนพัฒนาการของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ รวมทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 59.09 ซึ่งนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นรายด้านตามขั้นตอนของ KWDL พบว่า ขั้นตอน K มีคะแนนพัฒนาการสูงที่สุด ร้อยละ 62.50 รองลงมาเป็นขั้นตอน D ร้อยละ 61.99 ขั้นตอน L ร้อยละ 50.61 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามด้านนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และขั้นตอน W ร้อยละ 48.76 นักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับกลาง

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนแล้วทำให้นักเรียนมีระดับพัฒนาการในขั้นตอน K มากที่สุด แต่จากผลการวิจัยพบว่าขั้นตอนที่สำคัญที่ส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการมากคือ ขั้นตอน W ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้รับคะแนนในขั้นตอน W สูงจะส่งผลให้ขั้นตอน D และ L มีคะแนนที่สูงขึ้นด้วย เช่น นักเรียนคนที่ 3, 6, 17, 26, 33, 38, 42 และ 46 เป็นต้น จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนเหล่านี้เมื่อทำการทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนในขั้นตอน K สูงมากแต่คะแนนในขั้นตอน W, D และ L ต่ำ แต่เมื่อทำการทดสอบหลังเรียนพบว่าคะแนน

ในชั้นตอน K ยังคงสูงมากเช่นเดิม แต่คะแนนในชั้นตอน W สูงขึ้นมากจึงส่งผลให้คะแนนในชั้นตอน D และ L สูงขึ้นตามไปด้วยเนื่องจากในชั้นตอน W เป็นชั้นตอนที่สำคัญซึ่งจะสามารถทำให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างไร จากการสังเกตนักเรียนกลุ่มนี้พบว่า เป็นนักเรียนที่มีความตั้งใจเรียน มีความกระตือรือร้น สนใจในการแก้โจทย์ปัญหาและมักจะทำแบบฝึกหัดมาล่วงหน้าแล้วเสมอ สำหรับกลุ่มที่มีระดับพัฒนาการอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 25 เช่น นักเรียนคนที่ 2, 7, 9, 13, 18 และ 23 จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มนี้พบว่านักเรียนขาดการทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญจึงทำให้ไม่สามารถดึงความรู้ออกมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนของนักเรียน คือ นักเรียนสามารถทำคะแนนในชั้นตอน K ได้สูงแต่ในชั้นตอน W ได้คะแนนที่ต่ำจึงส่งผลให้คะแนนในชั้นตอน D และ L ต่ำไปด้วย

จากการศึกษาผลการวิจัยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า การพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 6 ด้านเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เทคนิค KWDL ของนักเรียน โดยเห็นได้จากคะแนนในทั้งสองด้านของนักเรียน เช่น นักเรียนคนที่ 33, 35, 38, 40, 48 และ 49 เป็นต้น ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับสูงมากทั้งสองด้าน และสำหรับนักเรียนคนที่ 7 และ 13 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้น จากผลการวิจัยจึงแสดงให้เห็นว่าถ้าผู้เรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 6 ด้านของบุคคลที่สูงจะส่งผลให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สูงตามไปด้วย เพราะ การที่จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL ได้นั้น ในชั้นตอน W ผู้เรียนจะต้องมีองค์ความรู้ก่อนจึงจะสามารถรู้ถึงวิธีการนำข้อมูลที่มีไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งจะส่งผลให้ชั้นตอน D และ L มีคะแนนที่สูงขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน

3. ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงจรที่ 1 ถึง วงจรที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 4 ชั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติตามแผน (Action) การสังเกตและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน (Observe) และการสะท้อน (Reflect) ในหนึ่งวงจร และต่อเนื่องทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย และแผนที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จากนั้นจัดทำสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมถึงแบบทดสอบย่อย แบบทดสอบ

ย่อยท้ายวงจรที่ 1 และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้ง จัดเตรียมและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการสอบก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา จำนวน 5 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ แผนที่ 2 ที่ได้จากการนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 ซึ่งพบว่า ในแผนที่ 1 ขึ้นทบทวนความรู้เดิม เมื่อผู้วิจัยได้ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ที่ตนเองมีอยู่ นักเรียนสามารถตอบได้แต่ นักเรียนยังคงสับสนกับคำถามของผู้วิจัยว่ามีความเกี่ยวข้องกับเรื่องใหม่ ที่จะเรียนอย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงคำถามในขั้นนี้โดยให้มีความสัมพันธ์ ระหว่างเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาใหม่ ในขั้นเร้าความสนใจครูให้นักเรียนเตรียมฉลากของผลิตภัณฑ์ที่มี หน่วยความเข้มข้นมาใช้ประกอบการเรียนการสอนซึ่งผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังไม่ทราบว่าฉลากที่ บอกถึงหน่วยความเข้มข้นเป็นอย่างไร ซึ่งนักเรียนบางคนนำมาคิดเพราะคิดว่าหน่วยความเข้มข้น ต้องดูที่ตารางโภชนาการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะชี้แจงกับนักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้นและควร เตรียมตัวอย่างฉลากผลิตภัณฑ์ที่มีความถูกต้องมาด้วย ในขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยได้ให้นักเรียน ทำกิจกรรมในการสืบค้นเป็นรายบุคคลซึ่งพบว่านักเรียนมีความล่าช้าในการสืบค้น และนักเรียน บางคนไม่สนใจในการทำใบกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็น กลุ่มเพื่อลดเวลาในการทำกิจกรรมสืบค้น และเป็นการกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนช่วยกันทำ ใบกิจกรรม ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยให้นักเรียนคัดเลือกตัวแทนเพื่อนำเสนอผลจาก การสืบค้นในใบกิจกรรม ขณะที่นักเรียนนำเสนอที่โต๊ะเรียนของตนเอง นักเรียนบางคนในห้อง ไม่ให้ความสนใจและพูดคุยกัน ผู้วิจัยจึงว่ากล่าวตักเตือนและมีแนวคิดว่าจะปรับให้ตัวแทนออกมา นำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อสร้างความสนใจต่อนักเรียนในห้อง สำหรับการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 2 กับนักเรียนห้อง 4/13 ที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย ในขั้นตอนเร้าความสนใจผู้วิจัยนำรูปภาพขั้นตอน การเตรียมสารละลายมาให้นักเรียนดู พบว่าไม่ได้ได้รับความสนใจเท่าที่ควรนักเรียนบางคนนั่งคุยกัน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะเปลี่ยนจากการใช้รูปภาพเพื่อดึงดูดความสนใจมาเป็นการใช้คลิปวิดีโอแทน ในขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยนำรูปภาพอุปกรณ์ในการเตรียมสารละลายมาใช้ในกิจกรรม พบว่า นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายประกอบกับรูปภาพไม่น่าสนใจ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะนำอุปกรณ์ใน การเตรียมสารละลายจริงมาใช้ในกิจกรรมแทน ในขั้นตอนการอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยให้ นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้จากการสืบค้นโดยการอธิบายถึงขั้นตอนที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย ผู้วิจัยพบว่านักเรียนไม่ให้ความสนใจเท่าที่ควร จากการสอบถามนักเรียนที่ไม่สนใจขณะนั้น นักเรียนให้เหตุผลว่า “การนำเสนอของเพื่อนไม่น่าตื่นเต้นเลยคะ” ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะ

ลดจำนวนตัวแทนที่ออกมานำเสนอเหลือเพียงหนึ่งคนเพื่อให้เหมาะสมกับเวลา โดยให้ตัวแทนใช้อุปกรณ์และสารเคมีที่ไม่อันตรายเพื่อนำมาใช้ในการอธิบายและประกอบการนำเสนอ

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามแผนและมี การประเมินด้วยแบบทดสอบย่อยในทุกแผน และได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทุกคนหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผน

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความเข้มข้นของสารละลาย โดยใช้รูปแบบ การสอนแบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จากการสังเกตและการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยนั้น แสดงให้เห็นถึงมุมมองและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ในชั้น การทบทวนความรู้เดิมมีนักเรียนจำนวน 3 คนเข้าห้องเรียนช้า ผู้วิจัยจึงได้ถามคำถามกับนักเรียน โดยให้ช่วยกันตอบเพื่อสะท้อนถึงความรู้เดิมของผู้เรียน และกำหนดกฎเวลาในการเข้าชั้นเรียน จากชั้นตอนทบทวนความรู้เดิมทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนบางคนที่มีความรู้ในเรื่องสารละลาย ค่อนข้างน้อยซึ่งสังเกตได้จากไม่พยายามที่จะตอบคำถามในขณะที่นักเรียนคนอื่นช่วยกันตอบ คำถาม ผู้วิจัยจึงอธิบายซ้ำอีกครั้ง เพื่อให้ให้นักเรียนมีระดับความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนใกล้เคียง กัน ในชั้นเร้าความสนใจนักเรียนทุกคนมีความรับผิดชอบในการเตรียมผลการทดลองมาและมีความกระตือรือร้นในการแลกเปลี่ยน และช่วยกันพิจารณาผลกับเพื่อนข้าง ๆ ในชั้นการสำรวจ และค้นหาผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มโดยใช้วิธีการนับเลขนักเรียนที่ได้เลขเดียวกันต้องอยู่กลุ่ม เดียวกัน ซึ่งในการจัดกลุ่มมีปัญหาที่โต๊ะเรียนเนื่องจาก โต๊ะที่ห้องเรียนมีลักษณะใหญ่ประกอบกับ ห้องเรียนแคบและโต๊ะต่อกันคล้ายตัวคับเบิ้ลจึงเป็นอุปสรรคที่จะให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ผู้วิจัยจึง กำหนดขอบเขตให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มตามตำแหน่งต่าง ๆ ของโต๊ะ นักเรียนที่เคยนั่งหน้าห้องได้ แสดงความเห็นที่ไม่อยากนั่งด้านหลังเพราะตนสายตาสั้นมองกระดานไม่เห็น ผู้วิจัยชี้แจงว่าเป็น การจัดเพียงชั่วคราวเท่านั้น และถ้ามีการใช้กระดานผู้วิจัยจะเขียนตัวหนังสือที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อให้นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรมซึ่งผู้วิจัยแจกให้กลุ่มละ 1 ใบ จึงสังเกตเห็นว่านักเรียนบางคน ในกลุ่มไม่ช่วยเพื่อนทำงานแต่นั่งมองเพื่อนเฉย ๆ หรือนอนหลับที่โต๊ะ ผู้วิจัยจึงได้กล่าวตักเตือน สำหรับการสืบค้นความรู้เพื่อทำใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้เปิดกว้างในเรื่องการใช้สื่อและเทคโนโลยีในการสืบค้น นักเรียนหลายคนเลือกการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยจึงสอบถามถึงสาเหตุที่เลือกใช้นักเรียนให้ความเห็นว่า “เนื้อหาในหนังสือและใบความรู้มันยาวมีแต่ตัวหนังสือ ผมก็เลยอ่านครบบหาในอินเทอร์เน็ตจะเร็วกว่า” และเมื่อผู้วิจัยชี้แจงถึงการใช้ตาราง KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา

นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและอยากลองทำเพราะเป็นวิธีที่แปลกใหม่ ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอความหมายของหน่วยความเข้มข้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีท่าทีเขินอาย พูดเสียงเบาจึงทำให้นักเรียนคนอื่นในห้องไม่สนใจฟังเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงต้องเสริมแรงและให้กำลังใจ จากนั้นผู้วิจัยจึงได้สรุปความรู้ในเรื่องความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายและการวิธีการคิดคำนวณ ในเรื่องการแก้โจทย์ปัญหาผู้วิจัยได้สุ่มนักเรียนเพื่อออกมาแสดงวิธีทำโจทย์ปัญหาในใบกิจกรรมโดยใช้ตาราง KWDL บนกระดาน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนยังขาดความมั่นใจและสับสนในการเขียนคำตอบลงบนกระดาน ผู้วิจัยจึงชี้แจงและชี้แนะแนวทางในการตอบ พบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามในตารางช่อง K และ W ได้ถูกต้อง แต่ในช่อง D และ L นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงอธิบายสลับกับการใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดไปพร้อมกัน ในชั้นขยายความรู้ผู้วิจัยเพิ่มแบบฝึกหัดให้กับนักเรียนเพื่อที่จะได้เห็นลักษณะโจทย์ที่มีความหลากหลาย พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการฝึกทำโจทย์ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ซึ่งเกิดปัญหาตรงที่เวลาในการทำแบบทดสอบย่อยมีน้อยเนื่องจากเสียเวลาในการทำแบบฝึกหัดไปมากจึงทำให้เวลาในการทำแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนน้อยลงไปอีก แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังทันตามกำหนดเวลา และในชั้นการนำความรู้ไปใช้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนเข้ากับชีวิตประจำวัน ได้ดีซึ่งผู้วิจัยสังเกตได้จากการตรวจการบ้านของนักเรียนที่สามารถให้ความหมายของหน่วยความเข้มข้นในหลากหลายผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง จากแบบบันทึกการเรียนรู้นักเรียนมีความคิดเห็นว่า ในการจัดการสอนแบบนี้ทำให้ได้วิเคราะห์ห้มากขึ้น ได้รับความสนุกจากการแก้โจทย์ปัญหาและอยากให้คุณครูเพิ่มความยากของโจทย์ขึ้นเรื่อย ๆ

ดังภาพที่ 4-3

2. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

.....รู้สึกว่าได้วิเคราะห์มากขึ้น.....ถ้าทำโจทย์ได้ก็จะรู้สึกสนุก.....อยากให้เห็นที่โจทย์ที่มีความยากขึ้นเรื่อยๆ.....มีแหล่งข้อมูลละเอียดให้รู้ถึงแต่ละขั้นตอนของการคำนวณ.....

ภาพที่ 4-3 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

สำหรับข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของนักเรียนที่ได้รับจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนอยากให้มีการเพิ่มเติมหรือแก้ไข ได้แก่ การเพิ่มกิจกรรม การเล่นเกม เพื่อให้น่าสนใจ

มากขึ้น รวมทั้งอยากให้ผู้วิจัยปรับตำแหน่งการเขียนกระดานเพราะนักเรียนทางฝั่งซ้ายของห้องมองไม่ชัดเจน และการเพิ่มพื้นที่ในการแสดงวิธีทำในตาราง KWDL ดังภาพที่ 4-4

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

อยากให้เพิ่มกิจกรรม เล่นเกม และ สื่อที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกำลังลบ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ และ ท้าทาย
ได้บ้าง

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

อาจารย์มาเขียนกระดานฝั่งขวา อธิบายขั้นตอนมองไม่เห็น มองไม่เห็นก็เพื่อ แล้วก็มอง
ก็จะเรียนไม่รู้เรื่องค่ะ

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ควรเพิ่มเนื้อหาในกระดานวิธีลบของนักเรียนในแบบฝึกหัดในภาคนี้ 😊
ควรเพิ่มแบบฝึกหัดให้ทำมากกว่า 😊

ภาพที่ 4-4 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 1

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จากการสังเกตและการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยนั้นแสดงให้เห็นถึงมุมมองและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ในขั้นตอนทบทวนความรู้เดิม นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้องและนักเรียนบางคนยังคงไม่ตอบคำถามเช่นเดิม ในขั้นเริ่มความสนใจผู้วิจัยได้เปิดวิดีโอการเตรียมสารละลายให้นักเรียนชมแต่เกิดปัญหาที่ห้องเรียนไม่สามารถเปิดเสียงจากวิดีโอได้ ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายประกอบวิดีโอแทน จากการสังเกตนักเรียนขณะชมวิดีโอพบว่านักเรียนไม่พูดคุยกับเพื่อนทุกคนให้ความสนใจกับวิดีโอ และนักเรียนบางคนพูดออกมาว่า “ผมอยากลองเตรียมแบบนี้บ้างครับครู” ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสนใจและความกระตือรือร้นของนักเรียน เมื่อสิ้นสุดการชมวิดีโอ นักเรียนสามารถช่วยกันอธิบายขั้นตอนในการเตรียมสารละลายได้อย่างคร่าว ๆ ในขั้นสำรวจและค้นหา ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยการนับเลขเช่นเดิมซึ่งปัญหาที่พบก็จะเป็นลักษณะเดิม เช่น ลักษณะโต๊ะเรียน ตำแหน่งที่นั่งของกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมให้เป็นกลุ่มละ 1 ใบ พบว่าหน้าที่ในการเขียนจะตกอยู่ที่คนใดคนหนึ่ง ไม่มีการแบ่งกันรับผิดชอบ สำหรับกิจกรรมผู้วิจัยเลือกใช้อุปกรณ์การเตรียมสารละลายจริงเพื่อเป็นตัวอย่างให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปตาม พบว่านักเรียนใช้เวลาวาดนาน

บางกลุ่มก็เช่นกันเพื่อหาคนวาด และบางคนไม่ทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ขึ้นอธิบายและลงข้อสรุป ผู้วิจัยให้ตัวแทนที่สมัครใจออกมาคำนวณและสาธิตวิธีการเตรียมสารละลายที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ในใบกิจกรรมที่ผ่านการคำนวณโดยใช้ตาราง KWDL ผู้วิจัยพบว่านักเรียนคนอื่นให้ความสนใจ มีส่วนร่วมและรู้สึกสนุกที่ได้เห็นเพื่อนออกมาสาธิตการเตรียมสารละลายหน้าชั้นเรียน ขยายความรู้ เนื่องจากโจทย์ปัญหาในเรื่องนี้เริ่มมีการประยุกต์ใช้เนื้อหาหลายอย่าง ผู้วิจัยจึงต้องทำโจทย์ปัญหาไปพร้อมกับนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยจึงแจกแบบทดสอบย่อยเพื่อเป็นการประเมินพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำโจทย์ได้แต่ไม่เขียนวิธีการหาในช่อง W บางส่วนยังคงสับสนไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลับไปทำแบบฝึกหัดโดยใช้ตาราง KWDL เป็นการบ้านเพื่อเป็นการฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหา ในขั้นการนำความรู้ไปให้นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายในชีวิตประจำวันให้มีความเข้มข้นที่ต้องการได้ จากนั้นผู้วิจัยจึงมอบหมายงานโดยให้นักเรียนจับกลุ่มตามความสมัครใจและถ่ายวิดีโอการเตรียมสารละลายที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากการตรวจงานพบว่านักเรียนทุกกลุ่มมีความเข้าใจตั้งแต่การคำนวณเพื่อใช้ในการเตรียมสารละลายตลอดจนขั้นตอนและการใช้อุปกรณ์ในการเตรียมสารละลาย จากแบบบันทึกการเรียนรู้เนื่องจากการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีความหลากหลายนักเรียนจึงแสดงความชอบในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป ดังภาพที่ 4-5

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

ขั้นตอนการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพราะได้นำความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์จริง

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

ชอบขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก เรื่อง การเตรียมสารละลายมากที่สุด เพราะใช้มือ เรื่อง การเตรียมสารละลาย สามารถอิงงานกันตอนที่ได้ชั่งน้ำหนัก และสนุกมาก ๆ ได้ความรู้จริง และสนุก

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

ขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก ความใจจืดของสารละลายก่อนเรียน เพราะ จำได้แก่ใจเนื้อหาที่เตรียมพร้อม ทำใจเนื้อหาใหม่ด้วย

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

ขั้นตอนการสาธิตวิธีการเตรียมสารละลายของเพื่อน เพราะได้เห็นการใช้อุปกรณ์จริง รู้จักอุปกรณ์วิธีการใช้ ข้อควรระวังต่าง ๆ และสนุกมาก

ภาพที่ 4-5 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2

สำหรับความคิดเห็นในเรื่องการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่านักเรียนมีความประทับใจ สนุกและสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้นักเรียนยังแสดงความคิดเห็นในด้านการปรับปรุงตนเองด้วยการทบทวนบทเรียนเพื่อจะได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และปัญหาที่นักเรียนต้องการให้แก้ไข คือ พูดย้ำซ้ำ และสอนการคำนวณทีละขั้นตอน ดังภาพที่ 4-6

3. นักเรียนมีความรู้สึกร้อยอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การเตรียมสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

รู้สึกดี แต่รู้สึกมีแรงกดดันที่ได้ร่วมกิจกรรม ส่วนที่ไม่เข้าใจคือ
เรื่องแฟคเตอร์ เปลี่ยนหน่วย ซึ่งคิดว่าทบทวนหัวใจใหม่

3. นักเรียนมีความรู้สึกร้อยอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การเตรียมสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

รู้สึกประทับใจ และ เข้าใจในเนื้อหาแล้ว สามารถนำไปใช้ได้จริง

3. นักเรียนมีความรู้สึกร้อยอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การเตรียมสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

ควรสอนให้ช้าลง ค่อยอธิบายไปที่ละขั้น

3. นักเรียนมีความรู้สึกร้อยอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การเตรียมสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

อยากได้ อธิบาย วิธีการ คำนวณของสาร ให้ละเอียดขึ้น

ภาพที่ 4-6 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2

จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยโดยใช้ขั้นตอนตามเทคนิค KWDL จำนวน 3 ข้อ ซึ่งได้ผลเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2

	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 1 (10 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 1 (24 คะแนน)
\bar{X}	5.00	19.12
S	1.25	3.49

จากตารางที่ 4-3 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรที่ 1 ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ± 1.52 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 1 เท่ากับ 19.12 ± 3.49 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ซึ่งสาเหตุที่นักเรียนยังทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรที่ 1 ยังไม่ได้นักอาจเกิดจากการสอนของตัวผู้วิจัยที่พูดเร็วเกินไป จึงทำให้นักเรียนที่มีพื้นฐานที่น้อยไม่สามารถจับใจความได้ ดังเช่น นักเรียนเลขที่ 13 ได้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 1 คะแนน จากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนคนนี้ได้กล่าวว่า “อยากให้ครูสอนช้าลงและไปพร้อมกันเพราะเป็นเนื้อหาที่เข้าใจได้ยาก” นอกจากนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเขียนกระดานโดยผู้วิจัยเขียนแค่ฝั่งใดฝั่งหนึ่งทำให้ยากแก่การมองเห็นของนักเรียนอีกฝั่งหนึ่ง หรืออาจเกิดจากเนื้อหาที่ยากเพราะเป็นเรื่องที่เน้นการคำนวณซึ่งจะต้องอาศัยการประยุกต์เนื้อหาอื่นเข้าร่วมด้วย หรืออาจเกิดจากกิจกรรมในขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่ทำให้นักเรียนยังไม่สามารถจับประเด็นที่เป็นสาระสำคัญได้

ในส่วนคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ดี คือ มากกว่า 20 คะแนน แต่พบว่าบางคนได้คะแนนต่ำ คือ เลขที่ 8 และ 22 ได้คะแนน 8 และ 6 คะแนนตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่ได้คะแนนต่ำเนื่องจากการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 นักเรียนสองคนนี้ไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบ ไม่เขียนในสิ่งที่โจทย์บอกในช่อง K ไม่เขียนสิ่งที่โจทย์ถามในช่อง W และเขียนคำตอบลงในช่อง L จากการสอบถามนักเรียนตอบว่า รู้สึกว่าการใช้ตาราง KWDL ต้องเขียนเยอะเลยไม่อยากเขียน ผู้วิจัยจึงต้องชี้แจงถึงประโยชน์ในการใช้ตาราง KWDL ให้นักเรียนเข้าใจ

4. การสะท้อนผล ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ทั้งแผนที่ 1 และแผนที่ 2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 ซึ่งมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย พบว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น และครูก็จะทราบถึงพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อจะได้หาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ในการสร้างความสนใจนักเรียนผู้วิจัยเลือกใช้สิ่งของที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเป็นสื่อในการทำให้เกิดความอยากเรียนรู้ พบว่านักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนในเนื้อหาที่มากขึ้น การทำกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้แบบเป็นกลุ่มของนักเรียน โดยให้ใบงานกลุ่มละหนึ่งใบทำให้นักเรียนได้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักใช้สื่อและเทคโนโลยีในการค้นคว้าหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม โดยผู้วิจัยจะเป็นแค่ผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น นอกจากนี้ยังทำให้ผู้วิจัยสังเกตเห็นถึงความรับผิดชอบ การแบ่งภาระงานของนักเรียนในกลุ่มและความไม่สนใจในการทำกิจกรรมของนักเรียนบางคน การลุ่มนักเรียนออกมาแนะนำเสนอคำตอบหน้าชั้นเรียนทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียนตลอดเวลาและช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการพูดทำให้มีความกล้าแสดงออกมากขึ้น และคำตอบของนักเรียนที่ได้จากการสืบค้นแสดงถึงการสร้างความรู้ของนักเรียนในกลุ่มซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ร่วมกันทำให้นักเรียนบางคนที่ยังไม่เข้าใจสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้นกว่าการอ่านเพียงคนเดียว การใช้ตาราง KWDL ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบและโอกาสในการได้คะแนนสอบเพิ่มขึ้นหากนักเรียนเข้าใจความหมายของตารางแต่ละช่องว่าถามอะไร การใช้โจทย์ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ในแบบฝึกหัดเป็นการฝึกฝนในการแก้โจทย์ปัญหาช่วยให้นักเรียนสามารถจับประเด็นในส่วนที่สำคัญตลอดจนวิธีการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะต่าง ๆ ได้

จากการวิเคราะห์ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย พบว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนผ่านมาและนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับความรู้ใหม่ นักเรียนส่วนใหญ่มีความตื่นตัวในการดูวิดีโอการเตรียมสารละลายซึ่งทำให้นักเรียนเห็นเป็นภาพ อีกทั้งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างอุปกรณ์จริงเข้ามาใช้ในการจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนเกิดความอยากเรียนรู้ การทำงานเป็นกลุ่มนอกจากผู้เรียนจะได้ช่วยเหลือและร่วมมือกันในการวาดภาพอุปกรณ์ สืบค้น และคำนวณโดยใช้ตาราง KWDL แล้ว นักเรียนยังได้ร่วมกันแบ่งปัน

ความคิด มีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มเรื่องขั้นตอนในการเตรียมสารละลาย ผู้วิจัยสังเกตได้ว่านักเรียนบางคนมีความมั่นใจ กล้าแสดงออก กล้าลองถูกลองผิด เพราะเมื่อนักเรียนส่งตัวแทนออกมาแสดงการคำนวณและสาธิตขั้นตอนการเตรียมสารละลายนักเรียนมีความมั่นใจในคำตอบของกลุ่มตนเอง มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งนักเรียนคนอื่น ๆ ก็เกิดความตื่นเต้นและสนใจในการสาธิตของนักเรียนตัวแทน การใช้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายและซับซ้อนช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและได้ทราบแนวทางขั้นตอนการทำโจทย์ลักษณะต่าง ๆ และการมอบหมายการบ้านโดยการถ่ายวิดีโอการเตรียมสารละลายของนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนไปสู่การใช้งานในชีวิตประจำวันได้

แนวทางการปรับแผนในวงจรถัดไป

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับแผนในวงจรที่ 2 ต่อไปดังนี้

1. เพิ่มกิจกรรมการทดลองในชั้นสำรวจและค้นหา ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อที่ผู้เรียนจะได้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ
 2. แก้ไขใบความรู้ให้มีความกระชับและเข้าใจง่ายมากขึ้น เพื่อนักเรียนที่ไม่มีอินเตอร์เน็ตจะได้ใช้เป็นเครื่องมือในการสืบค้นและสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น
 3. ปรับปรุงการจัดวางลักษณะตารางจากการวางตารางในกระดาษแนวนอนดัดแปลงเป็นการวางตารางในกระดาษแนวนอนเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเขียนคำตอบให้มากขึ้น
 4. เปลี่ยนรูปแบบการจัดโต๊ะให้มีลักษณะแยกเป็น โต๊ะกลุ่มเดี่ยวเพื่อสะดวกต่อการนั่งทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม
 5. เปลี่ยนรูปแบบการทำใบกิจกรรมจาก “หนึ่งใบต่อหนึ่งกลุ่ม” เป็น “หนึ่งใบต่อหนึ่งคน” เพื่อส่งเสริมความรับผิดชอบในการทำงานและลดการผลักภาระไปที่นักเรียนคนใดคนหนึ่ง
 6. ปรับปรุงพื้นที่การใช้กระดาน โดยใช้พื้นที่การเขียนกระดานให้ทั้งหมดไม่เขียนแค่ฝั่งใดฝั่งหนึ่งเพื่อนักเรียนสามารถมองเห็นได้อย่างทั่วถึง
 7. ผู้วิจัยปรับการพูดให้ช้าและชัดเจนมากขึ้น และในการทำโจทย์ปัญหาควรทำไปพร้อมกันกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญและแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาได้มากขึ้น
 8. กำหนดวันส่งแบบบันทึกการเรียนรู้เป็นครั้งถัดไป เพื่อนักเรียนจะได้มีเวลาในการคิดและทำมากขึ้น
- วงจรที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน ผู้วิจัยปรับปรุงและแก้ไขตามแนวทางที่ได้จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ในวงจรที่ 1 ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

1.2 สื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แก้ไขเนื้อหาในใบความรู้ให้มีความกระชับมากขึ้น และเพิ่มพื้นที่ตาราง KWDL ในแบบฝึกหัด

1.3 การจัดโต๊ะเรียน โดยจัดโต๊ะแยกเป็นโต๊ะเดี่ยว

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามแผน และมีการประเมินด้วยแบบทดสอบย่อยในทุกแผน และได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทุกคนหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนในแต่ละแผน

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จากการสังเกตและการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยนั้น แสดงให้เห็นถึงมุมมองและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ จากการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ตีมากขึ้นกว่าเดิม จากการสอบถามพบว่านักเรียนได้กลับไปทบทวนความรู้ที่ได้เรียนในสัปดาห์ที่แล้วจึงทำให้สามารถตอบคำถามของผู้วิจัยได้ จากแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ผ่านมาทำให้ผู้วิจัยทราบว่าจะรู้สึกสนใจในสิ่งที่สามารถมองเห็นได้และเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้สื่อที่เป็นรูปภาพไอศกรีมแท่งโบราณ พบว่านักเรียนทุกคนให้ความสนใจและรู้สึกตื่นเต้น บางคนพูดว่าเคยรับประทานเมื่อตอนเด็ก บางคนชี้ที่รูปภาพแล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนข้าง ๆ และเมื่อผู้วิจัยถามคำถามว่า ไอศกรีมแท่งโบราณนี้ทำอย่างไร นักเรียนทุกคนร่วมกันตอบคำถามอย่างสนุกสนาน และเมื่อเปิดวิดีโอการทำไอศกรีมโบราณให้ดู จึงสังเกตเห็นว่านักเรียนตั้งใจดูและไม่พูดคุยกัน ผู้วิจัยจึงจูงใจนักเรียนโดยการใช้คำถามเป็นประเด็นการศึกษาซึ่งมีนักเรียนบางคนพยายามที่จะตอบคำถามนั้น และเมื่อให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจซึ่งห้องเรียนนี้มีนักเรียนจำนวน 49 คน ดังนั้นต้องมีกลุ่ม 4 คนอยู่ 1 กลุ่ม ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนแข่งกันยกมือ มีนักเรียนบางคนแสดงกิริยาไม่พอใจ เนื่องจากไม่ได้อยู่กลุ่มเดียวกับเพื่อนสนิท ผู้วิจัยจึงชี้แจงว่าเป็นกติกาที่นักเรียนต้องยอมรับ จากนั้นให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มตามหมายเลขโต๊ะที่ผู้วิจัยกำหนดซึ่งผู้วิจัยสังเกตว่าเมื่อจัดโต๊ะแยกเป็นโต๊ะเดี่ยวแล้วนักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้สะดวกมากขึ้น จากการให้นักเรียนทำการทดลองผู้วิจัยได้

ให้นักเรียนอ่านวิธีการทดลองและช่วยกันสรุปขั้นตอนอย่างคร่าว ๆ ก่อนออกมารับอุปกรณ์พบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่อ่านแต่ออกมารับอุปกรณ์ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลับไปอ่านใหม่แล้วค่อยมารับอุปกรณ์ซึ่งจะทำให้กลุ่มนี้ทำการทดลองได้ช้ากว่ากลุ่มอื่น ขณะทำการทดลองผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า นักเรียนทุกคนในกลุ่มช่วยกันจัดเตรียมและลงมือทำการทดลองด้วยความกระตือรือร้นและสนใจ ซึ่งมีนักเรียนคนหนึ่งกล่าวออกมาขณะที่ผู้วิจัยเดินให้คำแนะนำตามกลุ่มว่า “หนูชอบเรียนแบบนี้ค่ะ ครู ได้ลงมือทำเอง สนุกดีค่ะ คราวหน้าทำอีกนะค่ะ” เมื่อทำการทดลองเสร็จนักเรียนแต่ละคน บันทึกผลการทดลอง สรุปผลและตอบคำถามพร้อมทั้งคำนวณ โดยใช้ตาราง KWDL ลงในใบกิจกรรมของตนเอง ผู้วิจัยพบว่านักเรียนทุกคนตั้งใจทำใบกิจกรรมและมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยให้ส่งตัวแทนแต่ละกลุ่มละ 1 คน ออกมานำเสนอพบว่า นักเรียนคนอื่นไม่สนใจ บางคนหันไปพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม แต่เมื่อครูอธิบายในส่วนที่เป็นเนื้อหา และการคำนวณนักเรียนมีความตั้งใจและจดบันทึกตามลงในสมุด และเมื่อให้ตัวแทนนักเรียน ออกมาทำโจทย์ในใบกิจกรรมนักเรียนคนอื่นตั้งใจตรวจสอบกับวิธีทำและคำตอบของตนเอง ซึ่งส่วนใหญ่ตอบว่าเหมือนกันและบางคนตอบว่าไม่เหมือน ผู้วิจัยจึงเฉลยคำตอบโดยแสดงวิธีทำ บนกระดาน การขยายความรู้ นักเรียนจะได้ทำโจทย์ที่มีสถานการณ์ที่หลากหลายในแบบฝึกหัด โดยใช้ตาราง KWDL จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความตั้งใจสูงมาก อาจเป็นเพราะเนื้อหายากและอยากได้คะแนนสอบดีกว่าครั้งที่ผ่านมา เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำข้อสอบได้ถูกต้อง มีบางคนที่ยังเขียนหน่วยผิดและแทนค่าผิดจาก “โมแลล” เป็น “โมลาร์” เป็นต้น สำหรับแบบบันทึกการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนกลับไปทำที่บ้านพร้อมมอบหมายการบ้าน โดยให้นักเรียนเขียนตัวอย่างสถานการณ์ที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวันแล้วมีความเกี่ยวข้องกับสมบัติของสารละลายที่ได้เรียนไปและให้หัวหน้ารวบรวมส่งในครั้งถัดไป

จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนชอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป แต่ส่วนใหญ่ชอบการทดลองมากที่สุดเพราะได้ลงมือปฏิบัติจริงและรู้สึกสนุกและชอบการนำเสนอของเพื่อนน้อยที่สุดเพราะไม่น่าสนใจและผลการทดลองหลายกลุ่มมีความคล้ายคลึงกัน ดังภาพที่ 4-7

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนในลำดับที่ 1 มากที่สุดและชอบขั้นตอนในลำดับที่ 6 น้อยที่สุด
 เพราะเหตุใด
 ชอบบททดลองมากที่สุด เพราะได้ลงมือปฏิบัติจริง เห็นผลจริง และเขียนสรุปบททดลอง บทบาทวางแผนผลการทดลองนักเรียนได้
 เพราะ บทที่เพื่อนคิดไม่สู้ดี

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนในลำดับที่ 1 มากที่สุดและชอบขั้นตอนในลำดับที่ 6 น้อยที่สุด
 เพราะเหตุใด
 ชอบ การทดลองเฉพาะ สักกที่ได้ลงมือใช้เกรียวมือ และทำการทดลองเอง ชอบภาชนะที่สวยงาม
 ขั้นตอนที่ยากที่สุด เพราะ ไม่ค่อยสนุก

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนในลำดับที่ 1 มากที่สุดและชอบขั้นตอนในลำดับที่ 6 น้อยที่สุด
 เพราะเหตุใด
 ชอบขั้นตอนในลำดับที่ 1 มากที่สุด เพราะ ได้เห็นและลงมือทำจริง และชอบขั้นตอนลำดับที่ 6 น้อยที่สุด เพราะ
 ค่อนข้างยากและแต่ละกลุ่มเห็นไม่ต่างกันมาก

ภาพที่ 4-7 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3

นอกจากนี้ในแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3 เป็นแบบบันทึกที่สะท้อนคุณลักษณะอันพึง
 ประสงค์ในด้านการใฝ่รู้ ดังแสดงในภาพที่ 4-8

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย และ
 นักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น
 หนูเข้าใจมากจึ้น ก็บทบ มฝึกน้ำได้เยอะเลย

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย และ
 นักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น
 ยังเข้าใจ ส่วน ของ ทราบไปประยุกต์ไม่ได้พอ ต้องทำใจจดใจให้มากขึ้น

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย และ
 นักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น
 ยังเข้าใจ โจทย์ประยุกต์ไม่ได้พอ ต้องวนซ้ำทำโจทย์ในใจก่อนทำเดิ

ภาพที่ 4-8 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 3

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร โดยใช้

รูปแบบการสอนแบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จากการศึกษาและการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย นั้นแสดงให้เห็นถึงมุมมองและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การทบทวน ความรู้เดิมของนักเรียนเนื่องจากเนื้อหาในแผนนี้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในภาคเรียนที่ 1 ดังนั้นนักเรียนหลายคนจึงจำไม่ได้ ผู้วิจัยจึงต้องสรุปทวนให้อีกครั้ง และเมื่อผู้วิจัยแน่ใจว่าความรู้ เพียงพอแล้วต่อการนำมาใช้เป็นพื้นฐาน ผู้วิจัยจึงสร้างความสนใจโดยการใช้อุปกรณ์กล่องใสและลูก บอล 3 สี เพื่อเปรียบเทียบเป็นสารเคมีชนิดหนึ่ง เพราะเนื้อหาในแผนนี้มีลักษณะนามธรรมชาติของนักเรียน บางคนอาจนึกภาพไม่ออก เมื่อได้ลองใช้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจซึ่งทราบได้จากนักเรียนบางคน พยักหน้าตาม บางคนอุทานว่า “อ้อ” และขณะที่มีนักเรียน 1 คน อาสาออกมาจับลูกบอลนักเรียนคนอื่นก็ให้ความสนใจและช่วยกันตอบคำถามอย่างเสียงดังฟังชัด จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ตามความสมัครใจก็เกิดปัญหากรณีเช่นเดิมเหมือนกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 คือนักเรียนที่ไม่ได้ จัดกลุ่ม 4 คนตามความประสงค์แสดงอาการไม่พอใจ และกล่าวว่า “ครูคะอยู่กลุ่มเดิมเหมือนครั้งที่ แล้วได้ไหมคะ” ผู้วิจัยจึงชี้แจงว่าให้ลองทำงานกับคนอื่นดูบ้าง นักเรียนจึงตอบว่า “ถ้าอย่างนั้นครู นับเลขแบบเดิมก็ได้ค่ะ” แต่ผู้วิจัยไม่ได้ทำตามเนื่องจากเวลามีจำกัด จากนั้นให้ตัวแทนออกมาจับ ใบกิจกรรมและใบความรู้แล้วนั่งตามหมายเลขโต๊ะที่ผู้วิจัยระบุ และตอบคำถามข้อที่หนึ่งกลุ่มใด เสร็จก่อนค่อยออกมาจับอุปกรณ์ไปทำในข้อที่สองต่อ ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความรู้สึก แข่งขันระหว่างกลุ่มและร่วมมือกันในกลุ่ม และส่วนใหญ่จะหาข้อมูลจากใบความรู้ จาก การสอบถามนักเรียนกล่าวว่า “หาในใบความรู้เร็วกว่าค่ะ อินเทอร์เน็ตพวกหนูช้าเดียวไม่ทันกลุ่ม อื่น” เมื่อนักเรียนได้รับอุปกรณ์ผู้วิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่มทุกคนให้ความร่วมมือกันเนื่องจากต้อง นำมาบันทึกผลในใบกิจกรรมของตนเอง การใช้สื่ออุปกรณ์โดยเฉพาะเป็นอุปกรณ์ที่เหมือนกับใน ชั้นสร้างความสนใจทำให้เวลานักเรียนได้เจอสถานการณ์ที่ต่างออกไปสามารถทำความเข้าใจได้เร็ว ยิ่งขึ้น จากนั้นใช้ตาราง KWDL ในการคำนวณเพื่อแก้โจทย์ปัญหา จากการนำเสนอคำตอบ โดย การสุ่มตัวแทนนักเรียนพบว่า นักเรียนพูดเสียงเบาและไม่มีความมั่นใจทำให้นักเรียนคนอื่นไม่ สนใจฟัง บางคนคุยกับเพื่อน บางคนก้มหน้าอ่านใบกิจกรรมของตนแทน ในการขยายความรู้โดย การทำแบบฝึกหัดแก้โจทย์ปัญหาที่มีลักษณะที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนบางคนรู้สึกสนุกและ ทำท่าย การประเมินนักเรียนโดยใช้ตาราง KWDL พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถาม ได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้มอบหมายให้นักเรียนนำแบบบันทึกการเรียนรู้และให้นักเรียนเขียนตัวอย่างสูตรเคมีใน ชีวิตประจำวันพร้อมคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตร แล้วให้หัวหน้าห้องรวบรวมส่งในครั้ง ถัดไป จากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมีความพึงพอใจในส่วนของกิจกรรมที่แตกต่างกัน

ออกไป แต่ส่วนใหญ่ชอบการนำอุปกรณ์มาใช้ในการจัดกิจกรรมเนื่องจากสามารถเปลี่ยนจากสิ่งที่
เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมได้ แต่ไม่ชอบการรายงานหน้าชั้นเรียน ดังภาพที่ 4-9

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุดและชอบขั้นตอนใบน้อยที่สุด เพราะเหตุใด
การให้ฝึกปฏิบัติ (ส้อมอด) เพราะ ได้เห็นภาพจริง ๆ

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุดและชอบขั้นตอนใบน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

ชอบ การทดลองมากที่สุด เพราะ ได้ลงมือปฏิบัติจริง

ไม่ชอบ การเขียนผลพวงก่อนหน้าให้มัน เพราะ ไม่ชอบเขียน

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุดและชอบขั้นตอนใบน้อยที่สุด เพราะเหตุใด

การให้ฝึกปฏิบัติ อย่างในบทเรียน เพราะ ฝึกตัวเองแล้ว เห็นภาพ

ภาพที่ 4-9 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 4

นอกจากนี้ นักเรียนยังแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเอง เช่น มีความเข้าใจมากขึ้น
รู้สึกสนุก อยากให้จัดกิจกรรมแบบนี้บ่อย ๆ เป็นต้น

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตรและ
นักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

รู้สึกเข้าใจอย่างถ่องแท้ อยากให้มีกิจกรรมบ่อย ๆ

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตรและ
นักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

รู้สึกสนุกที่ได้เรียนเรื่องนี้ อยากให้จัดกิจกรรมบ่อย ๆ อีก

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตรและ
นักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

รู้สึกดีที่ได้เรียนเรื่องนี้ อยากให้มีกิจกรรมบ่อย ๆ ได้ด้วยตัวเอง

ภาพที่ 4-10 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 4

จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรถี 2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยโดยใช้ขั้นตอนตามเทคนิค KWDL จำนวน 3 ข้อ ซึ่งได้ผลเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรถี 2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4

	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรถี 2 (10 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรถี 2 (24 คะแนน)
\bar{X}	7.31	18.73
S	1.34	3.18

จากตารางที่ 4-4 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรถี 2 ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.31 ± 1.34 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรถี 2 เท่ากับ 18.73 ± 3.18 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ซึ่งตารางแสดงให้เห็นว่าคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรถี 2 (7.31 คะแนน) เพิ่มขึ้นจากวงจรถี 1 (5.00 คะแนน) อาจเนื่องมาจากการปรับวิธีการพูดของผู้วิจัยให้ช้าและชัดเจนขึ้นทำให้นักเรียนสามารถจับประเด็นสำคัญได้ดีขึ้น หรือผู้วิจัยเขียนกระดานทั้งหมดไม่เขียนแค่ฝั่งใดฝั่งหนึ่ง และการให้นักเรียนทำใบกิจกรรมจาก “หนึ่งใบต่อหนึ่งกลุ่ม” เป็น “หนึ่งใบต่อหนึ่งคน” แต่จากการทำแบบทดสอบนักเรียนเลขที่ 8 และ 47 ได้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 2 และ 3 คะแนน ตามลำดับ จากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนได้กล่าวว่า “อยากให้ครูหาวิธีอธิบายให้คนที่ไม่เข้าใจ” ซึ่งผู้วิจัยคิดว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเวลาสอน ได้จึงทำให้ผู้วิจัยสอนเร็วหรือมีการลดขั้นตอนในแบบฝึกหัดข้อหลังไปบ้าง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าควรมีการสรุปหลังจากการสอนเรื่องย่อยแต่ละครั้งเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนทุกคน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สอบถามนักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนกล่าวว่า “ผมสายตาสั้นแล้วผมได้กลุ่มที่ต้องนั่งโต๊ะข้างหลัง ทำให้เวลาครูสอนมองเห็นกระดานไม่ชัดเจนตามไม่ทันครับ” ซึ่งผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะจัดให้กลุ่มที่มีนักเรียนสายตาสั้น มองกระดานไม่ชัดมานั่งด้านหน้าในการสอนครั้งต่อไป

ในส่วนคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนในวงจรถี 2 (18.73 คะแนน) ซึ่งลดลงจากวงจรถี 1 (19.12 คะแนน) ซึ่งจากการตรวจแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรถ

ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนกระบวนการหาในช่อง W ได้แต่สามารถแสดงวิธีทำในช่อง D ได้ จากการสอบถามนักเรียนส่วนใหญ่ให้ความเห็นตรงกันว่าต้องเขียนเยอะทำให้ไม่อยากเขียน จากผลคะแนนของแบบทดสอบมีนักเรียนสองคนที่มีคะแนนต่ำคือ เลขที่ 13 และ 22 ได้คะแนน 8 และ 5 คะแนนตามลำดับ ซึ่งสาเหตุที่ได้คะแนนต่ำเนื่องจากในการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 นักเรียนเลขที่ 13 ไม่เขียนคำตอบในช่อง K และ W และจำสูตรในการคำนวณไม่ได้ ส่วนนักเรียนเลขที่ 22 ยังคงปฏิบัติตนเช่นเดิม คือ ไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบ ไม่เขียนในสิ่งที่โจทย์บอกในช่อง K ไม่เขียนสิ่งที่โจทย์ถามในช่อง W และเขียนคำตอบลงในช่อง L และยังคงตอบเช่นเดิมว่าการใช้ตาราง KWDL ต้องเขียนเยอะทำให้ไม่อยากเขียน ผู้วิจัยจึงต้องชี้แจงถึงประโยชน์ในการใช้ตาราง KWDL และการให้คะแนนของผู้วิจัยให้นักเรียนเข้าใจอีกครั้ง

4. การสะท้อนผล ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ทั้งแผนที่ 3 และแผนที่ 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 ซึ่งมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย พบว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่ได้เรียนไปเมื่อสัปดาห์ที่ผ่านมานอกจากจะช่วยให้ผู้วิจัยได้ทราบพื้นฐานและแนวทางการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยยังสามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนมีการทบทวนความรู้หลังเรียนหรือไม่ จากการตอบคำถามแสดงว่านักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาแล้ว ในการสร้างความสนใจผู้วิจัยเลือกใช้ภาพและวิดีโอซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนให้ความสนใจเพราะเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว สามารถเห็นภาพได้ชัดเจน การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นทีม มีการแบ่งหน้าที่กันซึ่งเห็นได้ชัดเจนในขณะที่ทำการทดลอง การทำการทดลองช่วยให้นักเรียนเข้าใจในทฤษฎีมากขึ้นเมื่อผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับทฤษฎี ทั้งนี้ครูควรสรุปอีกครั้งหนึ่งหลังที่นักเรียนได้นำเสนอผลการทดลองแล้ว การทำแบบฝึกหัดที่มีความหลากหลายจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหา ได้รู้วิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา และทำได้แม่นยำมากขึ้น การประเมินทดสอบย่อยช่วยผู้วิจัยได้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมาหรือยัง และการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 นี้ผู้วิจัยไม่ต้องเสียเวลาในการอธิบายวิธีการคำนวณโดยใช้ตาราง KWDL เนื่องจากนักเรียนรู้จักความหมายและวิธีการเขียนคำตอบในแต่ละช่องแล้ว นอกจากนี้ในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนยังแสดงให้เห็นถึงความรู้สึกสนุกในการเรียนด้วยกิจกรรมที่มีการทดลอง มีความรู้สึกทำท้อในการได้ทำโจทย์ปัญหาใหม่ ๆ

จากการวิเคราะห์ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 4 เรื่อง การคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร พบว่า การใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่องสูตรเคมีที่ได้เรียนในภาคเรียนที่ 1 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจำได้ผู้วิจัยจึงช่วยทบทวนความรู้อีกครั้งจากการใช้อุปกรณ์ในการเปรียบเทียบโดยใช้กล่องใสใส่ลูกบอล 3 สี ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจได้มากขึ้นเพราะสามารถเปลี่ยนจากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมได้ และการใช้อุปกรณ์ชนิดเดียวกันแต่ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่มีสถานการณ์ต่างกันช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและเกิดความเข้าใจได้เร็วขึ้น อีกทั้งยังสามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้อย่างรวดเร็ว จากการสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนร่วมมือกันและมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เสนอคำตอบที่ตนคิดและยอมรับมติของกลุ่ม จากการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้นแต่กลับพบว่าการนำเสนอของนักเรียนยังไม่ดีเท่าที่ควรมีความไม่มั่นใจ ผู้สอนจึงควรเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจในคำตอบของตนให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันอธิบายให้คนในกลุ่มที่ไม่เข้าใจได้เข้าใจ ในวงจรที่ 2 นี้จากแบบบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนรู้สึกสนุก และเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น

แนวทางการปรับแผนในวงจรถัดไป

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการปรับแผนในวงจรที่ 3 ต่อไป ดังนี้

1. ผู้วิจัยและนักเรียนควรร่วมกันสรุปเนื้อหาเมื่อจบเรื่องย่อยแต่ละเรื่อง เพื่อให้นักเรียนที่ตามไม่ทันจะได้สามารถสรุปและทำความเข้าใจในเนื้อหาได้ชัดเจนขึ้น
2. สร้างข้อตกลงร่วมกับนักเรียนหากมีการจัดกลุ่มจะให้กลุ่มที่มีนักเรียนสายตาสั้นหรือสายตาคิดปกติมานั่งโต๊ะด้านหน้า เพื่อนักเรียนจะได้มองเห็นกระดานได้อย่างชัดเจน
3. ใช้วิธีการจับกลุ่มแบบสุ่ม เพื่อให้เกิดความเสมอภาคของนักเรียน
4. ให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเพิ่ม 5 นาทีเพื่อปรึกษาและอธิบายซึ่งกันและกัน โดยให้ผู้ที่ไม่เข้าใจอธิบายผู้ที่ไม่เข้าใจ เพื่อเวลาที่นักเรียนออกมานำเสนอจะได้มีความมั่นใจเพราะเข้าใจในคำตอบของตนเองมากขึ้น

5. ลดคำถามในใบกิจกรรมลง เนื่องจากนักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก เพื่อให้ นักเรียนมีเวลาในการทำความเข้าใจหรืออธิบายให้เพื่อนที่ยังไม่เข้าใจฟัง

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กับกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการดังนี้

1. การวางแผน ผู้วิจัยปรับปรุงและแก้ไขตามแนวทางที่ได้จากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 ในวงจรที่ 2 ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

1.2 สื่อที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ใบกิจกรรมที่มีการลดคำถามลง

1.3 การจัดตำแหน่งที่นั่งของนักเรียน โดยสร้างข้อตกลงให้กลุ่มที่มีนักเรียนสายตาสั้นนั่งโต๊ะด้านหน้า

2. การปฏิบัติตามแผน ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตร โมเลกุล จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามแผนและมีการประเมินด้วยแบบทดสอบย่อยในแผน และแจกแบบบันทึกการเรียนรู้นี้ให้กับนักเรียนทุกคนหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนในแผน

3. การสังเกตผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผน

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตร โมเลกุล โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จากการสังเกตและการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยนั้นแสดงให้เห็นถึงมุมมองและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ นักเรียนมีการทบทวนบทเรียนมาก่อนเรียนซึ่งเห็นได้จากการตอบคำถามของผู้วิจัยในขั้นทบทวนความรู้เดิม ผู้วิจัยได้ใช้เกมในการสร้างความสนใจซึ่งเป็นเกมการทายชื่อเพื่อนในห้องเรียน เนื่องจากผู้วิจัยได้สังเกตว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บางส่วนเป็นนักเรียนที่มาจากต่างโรงเรียน ซึ่งบางคนจะรู้จักแค่ชื่อจริงหรือชื่อเล่นเพื่อนเท่านั้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเกมนี้มาใช้ซึ่งพบว่านักเรียนมีความสนุกสนาน ตื่นเต้นและมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ก่อนการทำกิจกรรมผู้วิจัยสร้างข้อตกลงโดยให้นักเรียนที่มีปัญหาสายตาสั้นมาก ๆ หรือนักเรียนที่ไม่ได้นำแว่นมาข้อมือแสดงตัว จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ชี้แจงว่าถ้านักเรียนกลุ่มใดมีนักเรียนที่สายตาสั้นอยู่จะถูกจัดให้นั่งโต๊ะด้านหน้า ซึ่งนักเรียนทุกคนตกลง จากนั้นครูให้นักเรียนจับฉลากโดยมีเลข 1 ถึง 10 ซึ่งนักเรียนหมายเลขเดียวกันจะได้อยู่กลุ่มเดียวกัน ในการทำใบกิจกรรมนักเรียนจะได้ร่วมสืบค้นเป็นกลุ่มและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมของตนเองเพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วม และหลังจากการสืบค้นและแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL ผู้วิจัยจะให้เวลานักเรียน 5 นาที ให้ผู้ที่เข้าใจอธิบายให้เพื่อนที่ไม่เข้าใจฟัง เพื่อทุกคนในกลุ่มจะได้รับความรู้ที่เท่า ๆ กัน เมื่อผู้วิจัยสุ่มตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอพบว่าการใช้คำถามในกิจกรรมให้น้อยลงและมีการสรุปหลังทำกิจกรรมภายในกลุ่มทำให้นักเรียนที่โดนสุ่มออกมามีความมั่นใจในคำตอบมากขึ้น พูดจาเสียงดังฟังชัดจึงทำให้นักเรียนคนอื่นในห้องตั้งใจฟัง นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยสอนในแต่ละเรื่องย่อยจบจะให้นักเรียนช่วยกันสรุปโดยมีครูเป็นคนคอยกระตุ้นโดยใช้คำถาม ผู้วิจัยสังเกตเห็นนักเรียนสองคนที่ได้คะแนนต่ำในวงจรที่ 2 มีส่วนร่วมและสามารถตอบคำถามได้บ้าง การขยายความรู้มีการใช้โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์หลากหลายซึ่งจาก

2. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตร โมเลกุลและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น
.....รู้สึกโอเคสักๆ โอเค มากกว่าที่เคยเรียนคะ
2. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตร โมเลกุลและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข เพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น
.....สิ่งที่ได้เรียน.....ได้รู้ว่าอัตราการของสูตรโมเลกุลหนึ่ง สูตรของธาตุต่าง ๆ ที่มันมีอะไรบ้าง.....

ภาพที่ 4-12 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้อย่างที่ 5

จากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยโดยใช้ขั้นตอนตามเทคนิค KWDL จำนวน 3 ข้อ ซึ่งได้ผลเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 3 (10 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 3 (24 คะแนน)
\bar{X}	7.29	21.04
S	1.39	1.21

จากตารางที่ 4-5 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรที่ 3 ของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.29 ± 1.39 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 3 เท่ากับ 21.04 ± 1.21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน ซึ่งจากตารางแสดงให้เห็นว่าคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายวงจรที่ 3 (7.29 คะแนน) ลดลงจากวงจรที่ 2 (7.31 คะแนน) เล็กน้อย จากตารางจะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีนักเรียนคนใดได้คะแนนต่ำมากกว่าผู้อื่นอาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่ใช้ในการสอบครั้งนี้ น้อย นักเรียนมีการเตรียมตัวก่อนนำเสนอ โดยใช้เวลาหลังการทำใบกิจกรรมให้เพื่อน

ในกลุ่มอธิบายให้เข้าใจและจากการที่ผู้สอนสรุปบทเรียนหลังจบการสอนเรื่องย่อยแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนเข้าใจและนักเรียนที่ตามไม่ทันขณะสอนสามารถเข้าใจและจับประเด็นสำคัญได้มากขึ้น

ในส่วนคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนในวงจรที่ 3 (21.04 คะแนน) ซึ่งเพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 2 (18.73 คะแนน) อาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่ใช้ในการสอบวงจรที่ 3 น้อยกว่าสองวงจรที่ผ่านมา และนักเรียนสามารถตอบคำถามโดยใช้ตาราง KWDL ได้ดีและเข้าใจถึงวิธีการเขียนคำตอบในแต่ละช่องอย่างชัดเจน โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องอธิบายซ้ำ นอกจากนี้จากการสังเกตของผู้วิจัยขณะที่นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาในห้องเรียน นักเรียนจะทำโจทย์ปัญหาล่วงหน้าก่อนที่ครูเฉลย ซึ่งเป็นการฝึกฝนการแก้โจทย์ด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนมีความแม่นยำในการแก้โจทย์ปัญหามากยิ่งขึ้น

4. การสะท้อนผล ผู้วิจัยได้ทำการสะท้อนผลการปฏิบัติหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 ซึ่งมีรายละเอียดในการสะท้อนผลการปฏิบัติดังนี้

จากการวิเคราะห์ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในแผนที่ 5 เรื่อง การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และ สูตรโมเลกุลพบว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยให้นักเรียนได้สามารถเตรียมพร้อมที่ดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้กับเนื้อหาใหม่ได้จากการทบทวนความรู้โดยครูใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้น การใช้เกมเป็นกิจกรรมในการสร้างความสนใจพบว่าช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นและพร้อมที่จะเรียนรู้ และยังเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครูอีกด้วย ก่อนการนำเสนอเหมือนนักเรียนได้มีเวลาหลังทำใบกิจกรรมสำหรับสรุปและอธิบายให้เพื่อนที่ยังไม่เข้าใจในกลุ่มได้เข้าใจซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้นและเมื่อครูสอนก็สามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็วและจับประเด็นที่สำคัญได้มากขึ้น จากการที่ผู้วิจัยสรุปหลังจากเรียนจบเรื่องย่อยทำให้นักเรียนที่เข้าใจช้าหรือตามไม่ทันสามารถเข้าใจได้เร็วยิ่งขึ้น

เนื่องจากวงจรที่ 3 เป็นวงจรสุดท้ายผู้วิจัยจึงได้ให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายทำแบบสอบถามถึงการใช้ตาราง KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นว่าทำให้การคำนวณมีความสะดวกมากขึ้น เข้าใจง่าย เป็นระบบ ได้จัดระเบียบความคิดวิเคราะห์โจทย์ได้ง่ายขึ้น ไม่ต้องกลับไปอ่านโจทย์ซ้ำหลายรอบ และรู้สึกดีที่ได้รู้จักเทคนิคคิด ๆ ที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ดังภาพ 4-13

1. นักเรียนคิดว่าการใช้ตาราง KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นอย่างไร

ทำได้เป็นอันพอใจ โดยปกติสังเกตว่าโจทย์ 1 รอบก่อนมาจึงเห็นคำตอบ KWDL
ช่วย หักข้อกทมาจึงนึกออกวิธีเหมือนเห็นคำตอบหวนรอบ เราตัดแก้โจทย์มากนั้น

1. นักเรียนคิดว่าการใช้ตาราง KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นอย่างไร

เข้าใจง่ายดี เหมือนเป็นระบบ ทำให้รู้ว่า โจทย์ให้อะไรมา ต้องการอะไร และมีวิธี
คิดคำตอบอย่างไร เป็นขั้นตอนที่สะดวก และเข้าใจง่ายดี

2. นักเรียนคิดว่าตาราง KWDL สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด และช่วย
ในด้านใดบ้าง

ช่วยให้ในระกัยหนึ่ง กำหนดการแยกแยะแต่ละส่วนของโจทย์ทำให้ไม่ต้องกลับไปอ่านโจทย์ใหม่ทั้งหมด
หลายครั้ง

2. นักเรียนคิดว่าตาราง KWDL สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด และช่วย
ในด้านใดบ้าง

ช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ได้ง่ายขึ้น โดยการนำโจทย์มาวิเคราะห์ และมีวิธีการหาข้อสรุป ทำให้
มีวิธีคิดที่ง่ายขึ้น

2. นักเรียนคิดว่าตาราง KWDL สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้มากน้อยเพียงใด และช่วย
ในด้านใดบ้าง

ช่วยให้มองในลักษณะที่ดีและเรียบความคิด ความรอบคอบ รวมถึงความละเอียดของคำตอบ

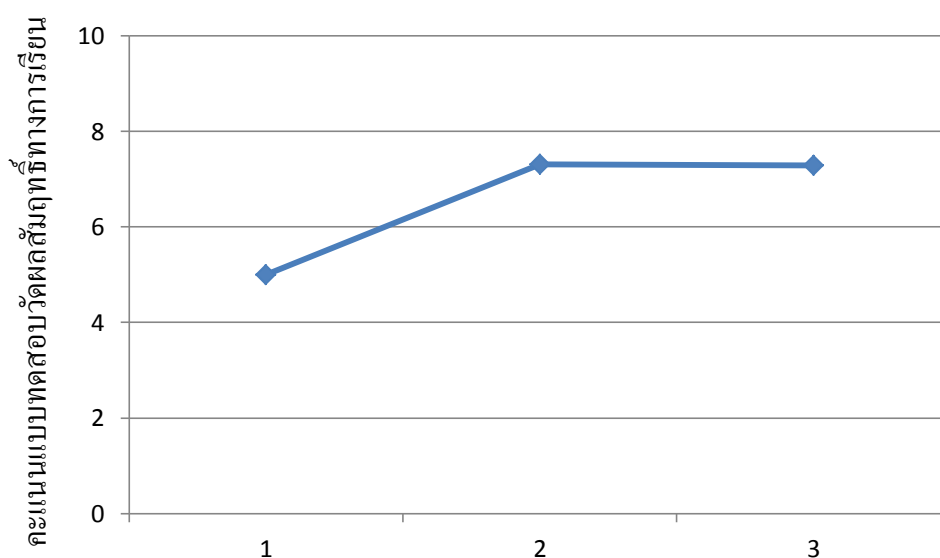
ภาพที่ 4-13 ความคิดเห็นของนักเรียนจากการตอบแบบสอบถามถึงการใช้ตาราง KWDL ใน
การแก้โจทย์ปัญหา

จากการสังเกต แบบบันทึกหลังสอนและแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนจะเห็นได้ว่า
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL
สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4/15 ได้

จากที่ได้นำเสนอข้อมูลทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยสามารถสรุปและนำเสนอพัฒนาการของ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของวงจรที่ 1-3 โดยภาพรวมดังนี้

ตารางที่ 4-6 คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL วงจรที่ 1-3

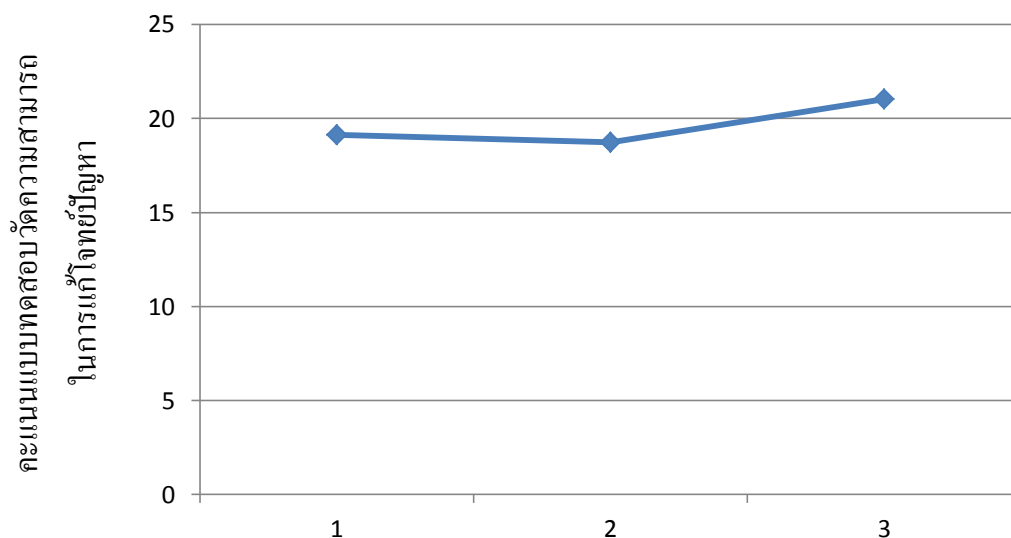
	วงจร			\bar{X}	S
	1	2	3		
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (10)	5.00	7.31	7.29	6.53	0.94
คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (24)	19.12	18.73	21.04	19.63	0.87



ภาพที่ 4-14 กราฟแสดงระดับคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL วงจรที่ 1-3

จากตารางที่ 4-6 และภาพที่ 4-14 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ เทคนิค KWDL มีคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 5.00

คะแนนในวงจรที่ 1 ไปเป็นคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 7.31 คะแนนในวงจรที่ 2 และลดลงเล็กน้อยในวงจรที่ 3 คือ 7.29 คะแนน



ภาพที่ 4-15 กราฟแสดงระดับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL วงจรที่ 1-3

จากตารางที่ 4-6 และภาพที่ 4-15 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ เทคนิค KWDL มีคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยรวมที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 21.04 คะแนนในวงจรที่ 3 รองลงมาคือ 19.12 คะแนนในวงจรที่ 1 และในวงจรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 18.73 คะแนน

จากผลคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีความสอดคล้องกัน คือ ผลคะแนนแต่ละวงจรของทั้งสองด้านมีค่าเพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 และเมื่อพิจารณาในแต่ละวงจพบว่ามีนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงย่อมมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงด้วย เช่น นักเรียนคนที่ 20 และ 44 เป็นต้น ซึ่งมีคะแนนทั้งสองด้านสูงตลอดทั้ง 3 วงจร จากการสังเกตนักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่มีความขยันหมั่นเพียรและหมั่นทบทวนความรู้อยู่เสมอ สำหรับนักเรียนที่มีพัฒนาการของคะแนนเพิ่มขึ้นทั้งสองด้านจากในวงจรที่ 1 อย่างมาก เช่น นักเรียนคนที่ 5 และ 41 เป็นต้น จากการสัมภาษณ์

นักเรียนได้ให้เหตุผลว่าได้ทบทวนความรู้และมีเวลาเตรียมตัวก่อนสอบมากขึ้น และสำหรับนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำในทั้งสองด้านในวงจรที่ 1 และ 2 เช่น นักเรียนคนที่ 13 และ 22 พบว่าในวงจรที่ 3 นักเรียนได้คะแนนที่ใกล้เคียงกับเพื่อนในชั้นเรียน จากการสัมภาษณ์นักเรียนทำให้ทราบว่านักเรียนคนที่ 13 ได้หมั่นทบทวน ฝึกฝนในการทำแบบฝึกหัดและประกอบกับเนื้อหาที่ค่อนข้างน้อยจึงสามารถทำคะแนนได้ดี ส่วนนักเรียนคนที่ 22 พบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการทำแบบทดสอบมากขึ้น ระบุคำตอบในส่วนต่าง ๆ ได้ตรงตามหลักการ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 49 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ค่อนข้างต่ำและขาดทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ทั้งหมด 5 แผน การเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นและให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ 4) แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อและแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดกระบวนการวิจัย มีการเก็บข้อมูลด้วยการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย และใช้แบบทดสอบชุดเดิมในการทดสอบหลังเรียน นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลด้วยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร เพื่อวัดพัฒนาการของนักเรียนระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนการสอนอีกด้วย โดยการหาค่าความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา แล้วสะท้อนผลการปฏิบัติในแต่ละวงจร รวมทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้ทำกิจกรรมกลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนแล้วช่วยกันสืบค้นหาความรู้ตามหัวข้อที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในใบกิจกรรมและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันผู้ช่วยผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนร่วมด้วย จากนั้นให้นักเรียนสะท้อนความรู้โดยการส่งตัวแทนออกมานำเสนอความรู้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL เมื่อการนำเสนอเสร็จสิ้นครูจะเป็นผู้อธิบายและตอบข้อสงสัยของนักเรียนรวมทั้งให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL เพิ่มเติมและมีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับ

ในชีวิตประจำวัน โดยมอบหมายงานให้กับนักเรียนตามหัวข้อที่ได้เรียนซึ่งให้ทำตามความเข้าใจของนักเรียนเอง นอกจากนั้นยังให้นักเรียนได้ตอบแบบบันทึกการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนครั้งต่อไป

วงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางที่ได้จากวงจรที่ 1 โดยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้ทำกิจกรรมกลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนแล้วช่วยกันทำกิจกรรมที่กำหนดไว้โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลอง บันทึก สรุปผลและอภิปรายภายในกลุ่มและให้นักเรียนนำมาตอบคำถามลงในใบกิจกรรมของตนเอง รวมทั้งให้ร่วมกันแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันผู้ช่วยผู้วิจัยร่วมสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้วย จากนั้นให้นักเรียนสะท้อนความรู้โดยการส่งตัวแทนออกมานำเสนอความรู้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL เมื่อการนำเสนอเสร็จสิ้นครูจะเป็นผู้อธิบายและตอบข้อสงสัยของนักเรียนรวมทั้งให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL เพิ่มเติมและมีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนตอบคำถามในห้องเรียนโดยผู้วิจัยจะจำกัดเวลาในการตอบคำถามและมอบหมายให้นักเรียนทุกคนทำการบ้านตามความเข้าใจของตนเอง นอกจากนั้นยังให้นักเรียนได้ตอบแบบบันทึกการเรียนรู้และนำมาส่งในคาบถัดไปเพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนครั้งต่อไป

วงจรที่ 3 ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้ทำกิจกรรมในชั้นเรียนแล้วให้แบ่งกลุ่มทำกิจกรรมกลุ่มละ 4-5 คน ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน โดยสืบค้นหาความรู้ตามหัวข้อที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในใบกิจกรรมและให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของเทคนิค KWDL โดยผู้วิจัยให้จะเพิ่มเวลาสำหรับการอภิปรายภายในกลุ่ม และระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนร่วมด้วย จากนั้นให้นักเรียนสะท้อนความรู้โดยการส่งตัวแทนออกมานำเสนอความรู้และวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL เมื่อการนำเสนอเสร็จสิ้น ครูจะเป็นผู้อธิบายและตอบข้อสงสัยของนักเรียนรวมทั้งให้นักเรียนได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิค KWDL เพิ่มเติมและมีการเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนตอบคำถามในห้องเรียนรวมทั้งมอบหมายการบ้านให้กับนักเรียนตามหัวข้อที่ได้เรียน โดยให้นักเรียนตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง นอกจากนั้นให้นักเรียนตอบแบบบันทึกการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนครั้งต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 53.93
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 59.09
3. คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนท้ายวงจรที่ 1-3 มีคะแนนเพิ่มขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 5.00 คะแนน ในวงจรที่ 1 เป็นคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 7.31 คะแนน ในวงจรที่ 2 ซึ่งใกล้เคียงกับในวงจรที่ 3 คือ 7.29 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีคะแนนเพิ่มขึ้นซึ่งวงจรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 21.04 คะแนน รองลงมาคือ 19.12 และ 18.12 คะแนน ในวงจรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ข้างต้น มีประเด็นที่ควรอภิปราย ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการสูงขึ้นอยู่ในระดับสูง โดยด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าของกลุ่มเป้าหมายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน (7E) ในขั้นที่ 1 เป็นขั้นทบทวนความรู้ โดยให้ผู้เรียนมีอิสระที่จะตอบคำถามตามความรู้เดิมของตนเองซึ่งจะทำให้ผู้วิจัยได้ทราบว่ากลุ่มเป้าหมายมีระดับพื้นฐานของความรู้ในระดับใดเพื่อที่จะเชื่อมโยงไปสู่องค์ความรู้ใหม่ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่ว่ามนุษย์ทุกคนจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งใหม่โดยผ่านการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์และปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญาที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2554, หน้า 50) ขั้นที่ 2 เป็นขั้นสร้างความสนใจ โดยใช้สื่อวีดิโอ อุปกรณ์และกิจกรรมเกมเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความสนุกสนานและกระตือรือร้นที่อยากจะเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้จะเป็นการจัดการเรียนการสอน

ร่วมกับการใช้เทคนิค KWDL โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรม ดังเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนต้องเป็นผู้ลงมือทดลอง บันทึก สรุปผลการทดลองและแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเองซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการค้นหาและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งในทั้งสองขั้นนี้ สอดคล้องกับทฤษฎีของบรูเนอร์ (Bruner, 1963 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 26) ที่กล่าวว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตัวเอง และทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2542, หน้า 15) ที่ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้างความรู้จากสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป ผู้เรียนได้นำเสนอองค์ความรู้ที่ตนเข้าใจหน้าชั้นเรียนซึ่งนอกจากนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนแล้วผู้วิจัยยังสามารถช่วยพิจารณาองค์ความรู้ถ้าหากมีความคลาดเคลื่อนผู้วิจัยจะช่วยให้ผู้เรียนได้ปรับข้อมูลและสร้างเป็นความรู้ใหม่ แต่หากผู้เรียนยังไม่เข้าใจผู้วิจัยจะเป็นผู้ช่วยอธิบายจนผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ ในขั้นนี้จะเป็นการจัดการเรียนการสอนร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่เพิ่มจากเดิมจนนำไปสู่การเกิดความรู้ใหม่โดยเพิ่ม โจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดให้มีลักษณะที่หลากหลายมากขึ้น ขั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นการตรวจสอบองค์ความรู้ของผู้เรียน โดยผ่านแบบทดสอบย่อยในหัวข้อเรื่องนั้น ๆ และให้ผู้เรียนทำแบบบันทึกการเรียนรู้หลังเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นรวมทั้งข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยควรปรับปรุงในครั้งถัดไป อีกทั้งนักเรียนยังสามารถทบทวนพฤติกรรมและความรู้สึกในเวลาเรียนของตนเองและนำไปปรับปรุงให้เป็นไปตามแนวทางที่ดีขึ้นได้ และขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ ผู้เรียนจะได้ตอบคำถามโดยอาศัยองค์ความรู้ที่สัมพันธ์กับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือการที่ผู้วิจัยได้มอบหมายภาระงานให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในการเตรียมสารละลายที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันซึ่งนอกจากนักเรียนจะต้องนำสิ่งที่เรียนมาใช้แล้วนักเรียนยังต้องคิดได้ว่าในชีวิตประจำวันมีสิ่งใดที่สามารถเตรียมตามขั้นตอนที่ได้เรียนไปและมีวิธีการคำนวณ การใช้อุปกรณ์และขั้นตอนในการเตรียมอย่างไร

นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดการเรียนในแต่ละวงจรจะมีการทำแบบทดสอบท้ายวงจร โดยไม่มีการช่วยเหลือหรือปรึกษากัน ซึ่งสอดคล้องกับ ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2548, หน้า 191) กล่าวว่า การฝึกโดยมีการทดสอบจะได้ผลดีกว่าไม่มีการทดสอบ เพราะการทดสอบช่วยให้จำได้ดีกว่าเมื่อมีการทดสอบเกิดขึ้น ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ว่าตนเองจำบทเรียนส่วนไหนได้น้อย ก็จะพยายามจำและทำความเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง การทดสอบจึงเป็นการรื้อฟื้นความจำอย่างหนึ่ง ซึ่งการเรียนวิธีนี้นักเรียนจะเกิดแรงกระตุ้น หมั่นทบทวนบทเรียนอยู่เสมอเพื่อให้ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยด้านความเข้าใจสูงที่สุดซึ่งอยู่

ในระดับสูง อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองจึงทำให้มีความเข้าใจเพิ่มขึ้น และสามารถจับประเด็นสำคัญในเนื้อหาสาระแต่ละเรื่องได้ สำหรับด้านการวิเคราะห์ และการประเมินค่ามีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยอยู่ในระดับกลางซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าด้านอื่น อาจเนื่องมาจากการวัดในระดับสูงจึงต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง หรืออาจเนื่องมาจากจำนวนข้อสอบที่ไม่เท่ากันจึงส่งผลต่อคะแนนพัฒนาการเฉลี่ย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนที่มีคะแนนด้านความรู้ความเข้าใจสูงจะส่งผลให้มีคะแนนในด้านอื่นสูงตามไปด้วยเพราะความรู้ความเข้าใจเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีข้อมูลเพียงพอในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ เช่น นักเรียนคนที่ 3, 33, 35 และ 48 เป็นต้น จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ โซเมอร์ (Somers, 2005) ที่ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ในการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษา เรื่องพืชชายฝั่งของมลรัฐหลุยส์เซียน่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และงานวิจัยของ โกเนน (Gonen, 2006) ที่ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้าสถิต ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ตามแนวการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ สุพันธ์ณี ชุนนุ้ย (2555) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมี ตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL มีพัฒนาการสูงขึ้นอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนการสืบเสาะ 7 ขั้นตอน (7E) โดยผู้วิจัยมีการสอดแทรกเทคนิค KWDL ที่เป็นเทคนิคที่ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ลงในวัฏจักร

การเรียนรู้ 7E 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นสำรวจค้นหาจากผู้เรียนจะได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมต่าง ๆ แล้วในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้เพื่อไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยผ่านขั้นตอนของ KWDL ในใบกิจกรรม นักเรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่มได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและคำตอบซึ่งกันและกัน และในขั้นขยายความรู้ ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ การฝึกฝน ความรู้เพิ่มเติมหรืออาจเป็นความรู้ใหม่จากการได้แก้โจทย์ปัญหาที่มีความหลากหลายในแบบฝึกหัดและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปโดยกระทำผ่านขั้นตอนของเทคนิค KWDL ซึ่งสอดคล้องกับที่ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 395) ได้กล่าวไว้ว่าเทคนิค KWDL เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการสอนให้ผู้เรียนได้ตีความหรือเข้าใจภาษาโจทย์อย่างเป็นระบบ จากผลคะแนนด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่าในขั้นตอน D มีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยที่สูงที่สุด อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้คะแนนในขั้นตอนนี้เพิ่มขึ้น และจากการพิจารณาผลคะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนที่มีคะแนนในขั้นตอน D และ L หลังเรียนสูงจะมีคะแนนในขั้นตอน W หลังเรียนสูงด้วยในขณะที่คะแนนในขั้นตอน K ที่ยังคงสูงเช่นเดิมตั้งแต่ก่อนเรียน ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าขั้นตอน W เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้คะแนนในขั้นตอน D และ L สูงขึ้น ดังเช่น นักเรียนคนที่ 6, 17, 26, 38, 42 และ 46 เป็นต้น จากที่กล่าวมาผลการวิจัยข้างต้นสอดคล้องกับงานวิจัยของชอว์ และคณะ (Shaw et al., 1997) ที่ได้ทำการอบรมครูผู้สอนเกรด 4 เกี่ยวกับการรวมกลุ่มแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค KWDL และให้นำไปทดลองสอนนักเรียนแล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียน โดยการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่รวมกลุ่มแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค KWDL สามารถเขียนคำตอบได้ละเอียดมากกว่าและยังมีเจตคติทางบวกกับวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น (2554) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก

นอกจากนี้จากการศึกษาผลการวิจัยทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า คะแนนทั้งสองด้านนี้มีความสอดคล้องกัน เพราะนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงด้วย เช่น นักเรียนคนที่ 3, 29, 33 และ 48 เป็นต้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จที่สำคัญอันจะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเทคนิค KWDL ในเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

3. ผลคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเพิ่มขึ้นจากวงจรที่ 1 คือ 5.00 คะแนน ไปเป็น คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดในวงจรที่ 2 คือ 7.31 คะแนน และในวงจรที่ 3 มีคะแนนลดลงเล็กน้อย คือ 7.29 คะแนน จากการสังเกต สอบถาม และอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า แนวโน้มคะแนนที่เพิ่มขึ้นในวงจรที่ 2 เนื่องมาจากนักเรียนมีการทบทวนความรู้ก่อนสอบ และจากแนวทางในการปรับแผนจากวงจรที่ 1 ผู้วิจัยเพิ่มกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น เช่น การทดลอง การใช้อุปกรณ์สาธิต เป็นต้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อผู้วิจัยพูดซ้ำลงทำให้นักเรียนที่เรียนซ้ำสามารถจับประเด็นที่สำคัญได้มากขึ้น และคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 3 มีค่าลดลงเล็กน้อยแต่คะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่ไปในแนวทางเดียวกันคือไม่มีใครได้คะแนนต่ำมาก ๆ เหมือนในสองวงจรที่ผ่านมา อาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่ใช้สอบครั้งนี้สั้นและนักเรียนได้ทบทวนก่อนสอบ อีกทั้งจากการปรับแผนในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปแต่ละเรื่องย่อยขณะทำการสอนทำให้นักเรียนที่เคยได้คะแนนต่ำมาก ๆ ในสองวงจรแรก สามารถทำข้อสอบได้มากขึ้น

จากคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพบว่า มีคะแนนเพิ่มขึ้น โดยคะแนนเฉลี่ยในวงจรที่ 3 มากที่สุด คือ 21.04 คะแนน รองลงมาคือ 19.12 และ 18.73 ในวงจรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ จากการสังเกต สอบถามและอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าในวงจรที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุดเนื่องจากนักเรียนเคยชินกับการใช้ตาราง KWDL และเนื้อหาที่ใช้ในการสอบน้อยกว่าในวงจรอื่นจึงทำให้มีเวลาในการทบทวนมากขึ้น สำหรับในวงจรที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าในวงจรที่ 1 เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เดิมคำตอบในช่อง W ไม่ครบ และเนื้อหาที่ใช้ในการสอบมีความยากกว่าในวงจรที่ 1 เพราะต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนจากในวงจรที่ 1 เข้ามาประยุกต์ใช้ด้วย

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากผลการวิจัยที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์สูงขึ้นได้นั้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

1. จากผลการวิจัยครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านการวิเคราะห์และการประเมินค่า โดยการเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ รวมทั้งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตรวจสอบ ตัดสินและอภิปรายผลที่ได้ด้วยตนเองมากขึ้น
2. จากผลการวิจัยครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นตอนการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มมากขึ้น
3. จากผลการวิจัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับองค์ความรู้ของผู้เรียนเพราะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียนในเนื้อหานั้น ๆ
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาเคมีที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับการทดลอง ควรมีการสอนเสริมเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในการทดลองอย่างถูกต้องให้กับผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนในห้องมีความสะดวก รวดเร็ว และเป็นไปตามแผนการที่ผู้สอนได้วางไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL กับเนื้อหาวิชาเคมีที่ไม่ได้เน้นการคำนวณแต่เน้นการแก้ปัญหาเพื่อที่ผู้เรียนจะได้สังเกตเห็นประโยชน์ของวิธีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น
2. ควรศึกษาการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ หรือในชั้นเรียนอื่น ๆ
3. ควรศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่เกี่ยวกับการคิดและการแก้ปัญหา เป็นต้น โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการเรียนรู้ด้วยตนเองในชีวิตประจำวัน

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2558). *หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง.
- คงรัฐ นवलแปง. (2547). *การใช้คำถามปลายเปิดเพื่อประเมินทักษะการสื่อสารและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- งานวัดผลและประเมินผล กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2557). *รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี*. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (อัดสำเนา).
- งานวัดผลและประเมินผล กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2558). *รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี*. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (อัดสำเนา).
- จงรักษ์ ปัญญารัตนกุลชัย. (2554). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E). *วารสารสิ่งแวดล้อม*, 2(4), 98-105.
- จรรยา ดาสา. (2553). เทคนิคการจัดการเรียนรู้สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเคมีคำนวณ. *นิตยสาร สสวท.*, 38(167), 44-48
- จันทร์พร พรหมมาศ. (2541). *ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- จิระเดช ฟ้าเลิศ. (2552). ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แรง มวลและการเคลื่อนที่ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสริมสอน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: บริษัท แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตคอร์ปอเรชั่น.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ณัฐพงศ์ แดงเพชร. (2556). การพัฒนาแนวคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องการรับรู้และการตอบสนองของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน: การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, ภาควิชาการศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนาชุด จันทราเขต. (2558, 12, กุมภาพันธ์). ครูชำนาญการพิเศษ. สัมภาษณ์.
- ทัศนาศา แสงศักดิ์. (2543). การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.
- ทัศนาศา เขมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์ จำกัด.
- นิรันดร์ แสงกุลลาบ. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาทศนิยมและร้อยละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และตามแนว สสวท. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บัญชา จำปารักษ์. (2555). การวิจัยในชั้นเรียน. อุบลราชธานี: หจก. อุบลกิจออฟเวทการพิมพ์.
- บัญชา แสนทวี. (2545). การวิจัยในชั้นเรียน: จากทฤษฎีสู่ปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเรือน ละเซ็นแก้ว. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประทาย จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. วารสารวิชาการ, 2(10), 25-30.

- ประวิต เอราวรรณ์. (2542). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้าวิชาการ.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2548). *การนิเทศการสอน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ผกาทิพย์ สังฆะมณี. (2555). *ผลของการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เรื่อง ระบบนิเวศ*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล. (2544). *การวิจัยในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรณี ช. เจนจิต. (2545). *จิตวิทยาการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เสริมสิน ปริเพรส ชิสเท็ม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัทธ ทองตัน. (2545). *ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2545). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เข้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.
- พินันท์ รักทรัพย์. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- พินันท์ คงคาเพชร. (2552). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ด ปอเรชั่น จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2548). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์.

- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.) จำกัด.
- พิมพ์ภรณ์ สุขพ่วง. (2548). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีสอนแบบร่วมมือกัน แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ผล (STAD) ร่วมกับเทคนิค KWDL*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย, สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย ศิลปากร.
- พิสนุ ฟองศรี. (2551). *วิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: บริษัท พรอพเพอร์ตี้พรินท์ จำกัด.
- มะลิวัลย์ ศรีบานชื่น. (2554). *การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ KWDL และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัย การศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัท จุดทอง จำกัด.
- รุจิอร รักใหม่. (2557). *การศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ และอนุกรม โดยใช้เทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรี พัทลุง จังหวัดพัทลุง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- โรงเรียนชลราษฎรอำรุง. (2558). *รายงานประจำปีของสถานศึกษา ปีการศึกษา 2557*. ชลบุรี: โรงเรียนชลราษฎรอำรุง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณดี สุทธิรินากร. (2556). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ: การวิจัยเพื่อเสริภาพและการสรรค์สร้าง*. กรุงเทพฯ: สยามปริทัศน์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *Constructivism*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วิชรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- วิดาต หะยีดาเฮร์. (2556). *ผลของรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสังคมพหุวัฒนธรรม*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- วิดิญา มั่นทุสินธุ์. (2553). *การจำวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างความจำตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา, วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการทางปัญญา, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วิณา ประชาณุกุล และประสาธ เนืองเฉลิม. (2554). *รูปแบบการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีระยุทธ ชาตะกาญจน์. (2557). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการบริหารการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้ Learning management*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ. (2539). *แผนการสอน โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศรีทอง มีทาทอง. (2546). *การทดลองวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่มีกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดในเรื่อง โจทย์ปัญหา การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเอกการประถมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*.
กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2550).
ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). วันที่ค้นข้อมูล 1 เมษายน 2558,
เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2543). *การแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กภาพสินธุ์: โรงพิมพ์ประสาน
การพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กภาพสินธุ์: โรงพิมพ์ประสาน
การพิมพ์.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะ
การคิดขั้นสูง*. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี: คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุคนธ์ สิ้นขวานนท์ และคณะ. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุพิน ดิษฐสกุล. (2543). *ผลของการเรียนโดยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันในแนวคอนสตรัคชันนิซึมของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. การวิจัยในชั้นเรียน. การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาศึกษาศาสตร์. 197-203.*
- สุพันธ์ิ ชุนนุ้ย. (2555). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์. 24(1), 37-48.*
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2533). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*. กรุงเทพฯ: ไทย
วัฒนาพานิช.

- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2553). การวิจัยปฏิบัติการชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษา สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: ศูนย์แห่งชาติเพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ สกศ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษา ของสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- หน่วยศึกษานิเทศก์. (2545). เอกสารเสริมความรู้กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- อนงค์ คำแสงทอง. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้า กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอน วิทยาศาสตร์ตามรูปแบบสมองครบส่วน (สกศ.) การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7E) กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการวิจัยการศึกษา, คณะ ศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรุณี อ่อนสวัสดิ์. (2537). การพัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- อังฉรา สระวาสี. (2544). การวิจัยในชั้นเรียนแบบมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เสนาธรรม.
- อารีย์ วัชรวารการ. (2542). การวัดและการประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- อำนาจ เลิศขยันดี. (2533). การทดสอบและการวัดผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: อำนาจการพิมพ์.
- Eisenkraft, Arthur. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 5(6), 57-59 ; September.
- Ernie Stringer. (2008). *Action research in education* (2nd ed). Ohio: Pearson Prentice Hall.
- Gonen, S. (2006). *The effect of the computer assisted teaching and 7E model of the constructivist learning methods on the achievements and attitudes of high school students*. Retrieved May 15, 2015, from http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/3d/d5/aa.pdf

- Lamsdaine, E. and Lamsdaine, M. (1995). *Creative Problem Solving*. New York: McGraw-Hill.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *Reading Teacher*, 39, 564-570.
- Pike, G. R. (1991). Using structural equation models with latent variables to study student growth and development. *Research in Higher Education*, 32, 499-523.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A New aspect of mathematical method (2nd ed.)*. New York: Double Day.
- Shaw, J. M., Chambless, M.S., Chessin, D.A., Price, V., & Beardain, G. (1997). Cooperative Problem Solving: Using K W D L as an Organizational technique. *Teaching Children Mathematics*. 3(39), 482-486.
- Somers, R. L. (2005). *Putting down roots in environmental literacy: A study of middle school students participation in Louisiana sea grant's coastal roots project*. Retrieved May 15, 2015, from http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-04142005-104733/unrestricted/Somers_thesis.pdf
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญ
2. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
3. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
4. สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.สมพงษ์ ปั้นหุ่น

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์

สถานที่ทำงาน/ สังกัด ภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ผศ.ดร.นพมณี เชื้อวัชรินทร์

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้

สถานที่ทำงาน/ สังกัด ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. นายธนาบุตร จันทราเขต

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงาน/ สังกัด หมวควิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อ.เมือง จังหวัดชลบุรี

4. นางวัชรีย์ ทองเนียม

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงาน/ สังกัด หมวควิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อ.เมือง จังหวัดชลบุรี

5. นางไพรัตน์ วงษ์บูรณาวาทย์

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงาน/ สังกัด หมวควิทยาศาสตร์ โรงเรียนชลราษฎรอำรุง อ.เมือง จังหวัดชลบุรี

(สำเนา)
บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร 2029, 2069
ที่ ศธ 6621/ว. 3149 วันที่ 23 กันยายน 2558
เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร. สมพงษ์ ปันพูน

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)
บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร 2029, 2069
ที่ ศธ 6621/ว. 3149 วันที่ 23 กันยายน 2558
เรื่อง ขอบขออนุญาตในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสาร
สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ
เทคนิค KWDL” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ
ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอขออนุญาตจากท่านในการตรวจสอบความ
เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์
(ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ว. 1864

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

23 กันยายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน นายธนายศ จันทราเขต

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำร้องขอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสาร
สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ
เทคนิค KWDL” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทธร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ
ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ
เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 081-4148788

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ว. 1864

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ. ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

23 กันยายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน นายวัชร ทงเนียม
สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสาร
สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ
เทคนิค KWDL” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ
ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ
เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ
(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**
(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 081-4148788

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ว. 1864

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ. ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

23 กันยายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
เรียน นายไพรัตน์ วงษ์บูรณาวาทย์
สิ่งที่ส่งมาด้วย คำร้องขอวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสาร
สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ
เทคนิค KWDL” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ
ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความ
เที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 081-414878

(สำเนา)

ที่ ศธ 6621/ว.2167

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

10 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลราษฎรอำรุงชลบุรี
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 – 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศรีสวัสดิ์**

(ดร.เชษฐ ศรีสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 081-4148788

(สำเนา)

ที่ ศษ 6621/ว.2168

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี 20131

10 พฤศจิกายน 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนชลราษฎรอำรุงชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพัชรมน วิริยะธรรม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL” อยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรภร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/15 จำนวน 49 คน โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี ปีการศึกษา 2558 โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 23 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 – 28 ธันวาคม พ.ศ. 2558 อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 081-4148788

ภาคผนวก ข

ตารางการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL
2. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
3. การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
4. การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
5. การวิเคราะห์ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรแบบปรนัยและค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรแบบอัตนัย
6. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
7. การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบ
การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง ข-1 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณ
สารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลาย						
1. ผลการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
2. สารสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
4. ชิ้นงาน/ภาระงาน	5	4	3	4	3	3.80	เหมาะสมมาก
5. เนื้อหาสาระ	4	5	4	5	4	4.40	เหมาะสมมาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้							
6.1 ขั้้นทบทวนความรู้เดิม	4	4	4	3	3	3.60	เหมาะสมมาก
6.2 ขั้้นรู้ความสนใจ	5	4	4	3	3	3.80	เหมาะสมมาก
6.3 ขั้้นสำรวจและค้นหาร่วมกับ	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
เทคนิค KWDL							
6.4 ขั้้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.5 ขั้้นขยายความรู้ร่วมกับ	5	5	4	3	3	4.00	เหมาะสมมาก
เทคนิค KWDL							
6.6 ขั้้นประเมินผล	5	5	4	4	3	4.20	เหมาะสมมาก
6.7 ขั้้นนำความรู้ไปใช้	5	5	4	3	3	4.00	เหมาะสมมาก
7. การจัดบรรยากาศเชิงบวก	4	4	4	3	3	3.60	เหมาะสมมาก
8. อุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดผลและประเมินผล	5	5	5	3	3	4.20	เหมาะสมมาก
10. เกณฑ์ในการประเมินชิ้นงาน	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
	11.บันทึกหลังการสอน	5	5	5	4		
12. ใบกิจกรรม	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
13. ใบความรู้	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
14. แบบทดสอบย่อย	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
15. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	5	5	4	4	3	4.20	เหมาะสมมาก
16. แบบบันทึกการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเตรียมสารละลาย							
1. ผลการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
4. ชิ้นงาน/ภาระงาน	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
5. เนื้อหาสาระ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้							
6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	4	4	4	3	3.80	เหมาะสมมาก
6.3 ขั้นสำรวจและค้นหาร่วมกับ เทคนิค KWDL	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.5 ขั้นขยายความรู้ร่วมกับ เทคนิค KWDL	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.6 ขั้นประเมินผล	5	5	4	4	3	4.20	เหมาะสมมาก
6.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้	5	5	4	3	3	4.00	เหมาะสมมาก
7. การจัดบรรยากาศเชิงบวก	4	5	4	3	3	3.80	เหมาะสมมาก
8. อุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
	9. การวัดผลและประเมินผล	5	5	5	3		
10.เกณฑ์ในการประเมินชิ้นงาน	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
11.บันทึกหลังการสอน	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
12. ใบกิจกรรม	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
13. ใบความรู้	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
14. แบบทดสอบย่อย	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
15. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
16. แบบบันทึกการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
17. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร	5	4	5	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สมบัติบางประการของสารละลาย							
1. ผลการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
2. สารสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3.จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
4.ชิ้นงาน/ภาระงาน	4	5	4	4	3	4.00	เหมาะสมมาก
5.เนื้อหาสาระ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.กิจกรรมการเรียนรู้							
6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	4	4	2	4.00	เหมาะสมมาก
6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	5	5	4	4	2	4.00	เหมาะสมมาก
6.3 ขั้นสำรวจและค้นหาพร้อมกับ เทคนิค KWDL	5	5	5	4	2	4.20	เหมาะสมมาก
6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	4	2	4.20	เหมาะสมมาก
6.5 ขั้นขยายความรู้ร่วมกับ เทคนิค KWDL	5	5	5	4	2	4.20	เหมาะสมมาก
6.6 ขั้นประเมินผล	5	5	5	4	2	4.20	เหมาะสมมาก

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
	6.7	5	5	5	3		
7. การจัดบรรยากาศเชิงบวก	4	4	4	3	2	3.40	เหมาะสมปานกลาง
8. อุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
9. การวัดผลและประเมินผล	5	5	5	3	3	4.20	เหมาะสมมาก
10.เกณฑ์ในการประเมินชิ้นงาน	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
11.บันทึกหลังการสอน	5	4	5	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
12. ใบกิจกรรม	5	4	5	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
13. ใบความรู้	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
14. แบบทดสอบย่อย	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
15. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
16. แบบบันทึกการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมีและคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร							
1. ผลการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
2. สาระสำคัญ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3.จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
4.ชิ้นงาน/ภาระงาน	5	5	4	4	3	4.20	เหมาะสมมาก
5.เนื้อหาสาระ	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.กิจกรรมการเรียนรู้							
6.1 ขั้นทบทวนความรู้เดิม	5	5	4	4	3	4.20	เหมาะสมมาก
6.2 ขั้นสร้างความสนใจ	4	5	5	4	3	4.20	เหมาะสมมาก
6.3 ขั้นสำรวจและค้นหาพร้อมกับ เทคนิค KWDL	5	5	5	4	3	4.80	เหมาะสมมาก
6.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
	6.5	5	5	5	4		
เทคนิค KWDL							
6.6	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.7	5	5	5	3	3	4.20	เหมาะสมมาก
7.	4	5	4	3	3	3.80	เหมาะสมมาก
8.	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
9.	5	5	5	3	3	4.20	เหมาะสมมาก
10.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
11.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
12.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
13.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
14.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
15.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
ประสงค์							
16.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
17.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล							
1.	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
2.	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
3.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
4.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
5.	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.กิจกรรมการเรียนรู้							
6.1	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
ขั้นทบทวนความรู้เดิม							

ตาราง ข-1 (ต่อ)

รายการประเมินแนวการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5		
	6.2	5	5	5	4		
6.3	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
เทคนิค KWDL							
6.4	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.5	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
เทคนิค KWDL							
6.6	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
6.7	5	5	5	3	3	4.20	เหมาะสมมาก
7.	4	5	4	3	3	3.80	เหมาะสมมาก
8.	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
9.	5	5	5	3	3	4.20	เหมาะสมมาก
10.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
11.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
12.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
13.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
14.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
ประสงค์							
15.	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
16.	5	5	5	4	3	4.40	เหมาะสมมาก
\bar{X}						4.37	เหมาะสมมาก
S						0.07	

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าระหว่าง 3.40 – 4.80 อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลางถึงเหมาะสมมาก

ที่สุด และค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ 4.37 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง ข-2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		1	2	3	4	5		
1. อธิบายความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลริตี และเศษส่วนโมลได้	1	1	1	0	1	1	4	0.80
	2	1	1	0	1	1	4	0.80
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
2. กำหนดหาความเข้มข้นของสารละลายในแต่ละหน่วยร้อยละ ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมแลริตี และเศษส่วนโมลได้	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00
	11	1	1	1	1	1	5	1.00
	12	1	1	1	1	1	5	1.00
	13	1	1	1	1	1	5	1.00
	14	1	1	1	1	1	5	1.00
	15	1	1	1	1	1	5	1.00
	16	1	1	1	1	1	5	1.00
3. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาตรตามที่ต้องการได้	17	1	1	-1	1	1	3	0.60
	18	1	1	0	1	1	4	0.80
	19	1	1	1	1	1	5	1.00

ตาราง ข-2 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		1	2	3	4	5		
	20	1	1	1	1	1	5	1.00
	21	1	1	1	1	1	5	1.00
	22	1	1	1	1	1	5	1.00
	23	1	1	1	1	1	5	1.00
	24	1	1	1	1	1	5	1.00
	25	1	1	1	1	1	5	1.00
	26	1	1	1	1	1	5	1.00
	27	1	1	0	1	1	4	0.80
	28	1	1	1	1	1	5	1.00
4. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายกับตัวทำละลายที่เป็นสารบริสุทธิ์ได้	29	1	1	1	1	1	5	1.00
	30	1	1	1	1	1	5	1.00
5. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายที่ตัวละลายต่างชนิดในตัวทำละลายชนิดเดียวกันและมีความเข้มข้นเท่ากันได้	31	1	1	1	1	1	5	1.00
	32	1	1	1	1	1	5	1.00
6. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งหรือจุดหลอมเหลวของสารละลายชนิดเดียวกันที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันได้	33	1	1	1	1	1	5	1.00
	34	1	1	1	1	1	5	1.00
7. บอกความหมายของค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b) และค่าคงที่ของการลดลงของจุดเยือกแข็ง (K_f) ได้	35	1	1	1	1	1	5	1.00
	36	1	1	1	1	1	5	1.00

ตาราง ข-2 (ต่อ)

จุดประสงค์ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		1	2	3	4	5		
8. อธิบายความหมายและ ยกตัวอย่างสูตรเคมีแต่ละ ประเภทได้	37	1	1	1	1	1	5	1.00
	38	1	1	1	1	1	5	1.00
	39	1	1	1	1	1	5	1.00
	40	1	1	1	1	1	5	1.00
9. กำหนดมวลเป็นร้อยละ ของธาตุองค์ประกอบหรือ โมเลกุลของน้ำจากสูตรที่ กำหนดให้ได้	41	1	1	1	1	1	5	1.00
	42	1	1	1	1	1	5	1.00
	43	1	1	1	1	1	5	1.00
	44	1	1	1	1	1	5	1.00
	45	1	1	1	1	1	5	1.00
	46	1	1	1	1	1	5	1.00
	47	1	1	0	1	1	4	0.80
	48	1	1	1	1	1	5	1.00
	49	1	1	1	1	1	5	1.00
10. กำหนดหาสูตรเอมพิริคัล เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวล อะตอมของธาตุองค์ประกอบ ได้	50	1	1	1	1	1	5	1.00
	51	1	1	1	1	1	5	1.00
	52	1	1	1	1	1	5	1.00
	53	1	1	1	1	1	5	1.00
	54	1	1	1	1	1	5	1.00
11. กำหนดหาสูตรโมเลกุลของ สาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลคโมเลกุลของสารได้	55	1	1	1	1	1	5	1.00
	56	1	1	1	1	1	5	1.00
	57	1	1	1	1	1	5	1.00
	58	1	1	1	1	1	5	1.00
	59	1	1	1	1	1	5	1.00
	60	1	1	1	1	1	5	1.00

จากการวิเคราะห์ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง ข-3 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1	5	5	3	4	5	4.40	เหมาะสมมาก
2	5	5	3	4	4	4.20	เหมาะสมมาก
3	5	5	3	4	3	4.00	เหมาะสมมาก
4	5	5	4	4	4	4.40	เหมาะสมมาก
5	5	5	4	5	3	4.40	เหมาะสมมาก
	\bar{X}					4.28	เหมาะสมมาก
	S					0.16	

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าอยู่ระหว่าง 4.00 – 4.40 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของแบบทดสอบ คือ 4.28 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง ข-4 ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ขั้นตอน	เกณฑ์	คะแนนความคิดเห็นของ					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
		ผู้เชี่ยวชาญ						
		1	2	3	4	5		
K	ระดับ 2	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 1	5	5	5	3	4	4.40	เหมาะสมมาก
	ระดับ 0	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
W	ระดับ 2	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 1	5	5	5	3	4	4.40	เหมาะสมมาก
	ระดับ 0	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
D	ระดับ 2	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 1	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 0	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
L	ระดับ 2	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 1	5	5	5	3	4	4.60	เหมาะสมมาก
	ระดับ 0	5	5	5	4	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
		\bar{X}					4.55	เหมาะสมมากที่สุด
		S					0.09	

จากการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักร
การเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าค่าความเหมาะสมของเกณฑ์ในการให้คะแนน
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าอยู่ระหว่าง 4.40 – 4.60 อยู่ในระดับ
เหมาะสมมากถึงมากที่สุด โดยค่าความเหมาะสมเฉลี่ยของเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบทดสอบ คือ
4.55 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

การวิเคราะห์ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบย่อยท้ายวงจรแบบปรนัยและค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรแบบอัตนัย

ตาราง ข-5 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 แบบปรนัย

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		ของผู้เชี่ยวชาญ						
		1	2	3	4	5		
1	1	1	1	0	1	1	4	0.80
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
2	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
3	8	1	1	0	1	1	4	0.80
	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00

ตาราง ข-6 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 แบบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	5	4	5	3	4.40	เหมาะสมมาก

จากการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 แบบปรนัย กับจุดประสงค์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และมีค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 แบบอัตนัย มีค่าอยู่ระหว่าง 4.40-4.60 อยู่ในระดับเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

ตาราง ข-7 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แบบปรนัย

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		ของผู้เชี่ยวชาญ						
		1	2	3	4	5		
4	1	1	1	1	1	1	5	1.00
5	2	1	1	1	1	1	5	1.00
6	3	1	1	1	1	1	5	1.00
7	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
8	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
9	8	1	1	1	1	1	5	1.00
	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00

ตาราง ข-8 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แบบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1	5	5	5	5	4	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5	3	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด

จากการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แบบปรนัย กับ จุดประสงค์ มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อคำถาม และมีค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 แบบอัตนัย มีค่าอยู่ระหว่าง 4.60-4.80 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตาราง ข-9 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 แบบปรนัย

จุดประสงค์ที่	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น					ΣR	IOC ($\Sigma R/N$)
		ของผู้เชี่ยวชาญ						
		1	2	3	4	5		
10	1	1	1	1	1	1	5	1.00
	2	1	1	1	1	1	5	1.00
	3	1	1	1	1	1	5	1.00
	4	1	1	1	1	1	5	1.00
	5	1	1	1	1	1	5	1.00
11	6	1	1	1	1	1	5	1.00
	7	1	1	1	1	1	5	1.00
	8	1	1	1	1	1	5	1.00
	9	1	1	1	1	1	5	1.00
	10	1	1	1	1	1	5	1.00

ตาราง ข-10 ค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 แบบอัตนัย

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	ของผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	4	5		
1	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	4	5	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	4	5	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด

จากการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 แบบปรนัย กับ จุดประสงค์ มีค่าเท่ากับ 1.00 ทุกข้อคำถาม และมีค่าความเหมาะสมของแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 แบบอัตนัย มีค่าอยู่ระหว่าง 4.60-5.00 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง ข-11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	ค่า P	ค่า D
1	0.76	0.40
2	0.62	0.52
3	0.10	0.04
4	0.56	0.24
5	0.20	-0.08
6	0.78	0.44
7	0.48	0.56
8	0.82	0.20
9	0.80	0.32
10	0.74	0.12
11	0.84	0.16
12	0.44	0.64
13	0.30	-0.12
14	0.56	0.32
15	0.16	-0.24
16	0.56	0.48
17	0.76	0.48
18	0.80	0.00
19	0.48	0.56

ตาราง ข-11 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า P	ค่า D
20	0.54	0.76
21	0.10	0.04
22	0.36	0.24
23	0.66	0.52
24	0.12	-0.24
25	0.50	0.44
26	0.08	-0.08
27	0.06	-0.12
28	0.58	0.28
29	0.22	0.44
30	0.20	-0.32
31	0.44	0.40
32	0.02	-0.04
33	0.22	0.20
34	0.18	-0.12
35	0.40	0.56
36	0.68	0.46
37	0.52	0.40
38	0.30	0.12
39	0.22	0.36
40	0.40	-0.32
41	0.58	0.52
42	0.70	0.12
43	0.30	0.20
44	0.32	0.32
45	0.04	0.00
46	0.28	0.24

ตาราง ข-11 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า P	ค่า D
47	0.26	0.20
48	0.16	-0.16
49	0.28	0.48
50	0.44	0.08
51	0.24	0.24
52	0.14	0.04
53	0.40	0.40
54	0.02	-0.04
55	0.24	-0.24
56	0.46	0.84
57	0.46	0.84
58	0.42	0.60
59	0.36	0.48
60	0.08	-0.08

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบที่ถูกคัดเลือกจำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.84 และเมื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93

การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ตาราง ข-12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ข้อที่	ค่า P	ค่า D
1	0.63	0.51
2	0.76	0.21
3	0.47	0.24
4	0.70	0.36
5	0.79	0.35

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.79 และมีค่า
อำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.51 และเมื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์
แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.73

ภาคผนวก ค

ผลคะแนนแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1-3

ตาราง ค-1 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
 ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการ
 สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผนที่ 1 และ 2

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 1	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 1
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
1	5	20
2	5	21
3	6	21
4	5	21
5	5	17
6	6	21
7	2	21
8	5	8
9	6	21
10	5	21
11	5	21
12	5	21
13	1	11
14	4	20
15	6	17
16	5	19
17	6	21
18	5	21
19	6	21
20	7	19
21	5	16

ตาราง ก-1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 1	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 1
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
22	5	6
23	6	21
24	2	21
25	5	21
26	5	21
27	5	12
28	4	17
29	5	21
30	2	21
31	6	21
32	4	19
33	6	21
34	6	19
35	6	21
36	4	13
37	4	17
38	6	22
39	6	21
40	5	19
41	4	17
42	4	21
43	4	21
44	7	20
45	6	21
46	6	21

ตาราง ก-1 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 1	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 1
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
47	6	20
48	5	21
49	6	22
\bar{x}	5.00	19.12
S	1.25	3.49

ตาราง ก-2 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้
รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผนที่ 3 และ 4

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 2	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 2
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
1	8	20
2	8	20
3	7	21
4	8	19
5	8	21
6	8	20
7	5	17
8	3	19
9	8	18
10	7	20
11	8	21

ตาราง ก-2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 2 (10 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 2 (24 คะแนน)
12	7	16
13	7	8
14	8	20
15	8	20
16	7	17
17	6	19
18	9	21
19	8	21
20	9	21
21	8	18
22	6	5
23	8	21
24	8	16
25	8	19
26	7	21
27	4	17
28	8	19
29	8	21
30	7	20
31	8	21
32	7	20
33	7	20
34	8	19
35	8	17
36	7	17

ตาราง ก-2 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 2	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 2
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
37	8	17
38	8	19
39	7	18
40	7	20
41	7	21
42	8	20
43	9	21
44	8	21
45	7	11
46	8	21
47	2	20
48	8	21
49	7	18
\bar{X}	7.31	18.73
S	1.34	3.18

ตาราง ก-3 คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 3 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ด้านความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หลังจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการ
สอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL แผนที่ 5

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 3	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 3
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
1	7	18

ตาราง ก-3 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 3	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 3
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
2	7	21
3	9	21
4	8	20
5	9	20
6	8	21
7	6	21
8	10	20
9	8	21
10	9	21
11	7	21
12	6	19
13	6	21
14	7	20
15	7	24
16	6	19
17	8	21
18	7	22
19	8	21
20	5	21
21	6	21
22	5	21
23	5	21
24	6	21
25	7	22
26	5	20

ตาราง ก-3 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้าย วงจรที่ 3	คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงจรที่ 3
	(10 คะแนน)	(24 คะแนน)
27	7	19
28	5	24
29	9	22
30	6	21
31	6	24
32	9	21
33	8	21
34	8	21
35	9	21
36	6	21
37	9	22
38	8	24
39	9	21
40	8	20
41	7	21
42	7	23
43	7	21
44	9	21
45	8	21
46	7	21
47	5	20
48	8	21
49	10	21
\bar{X}	7.29	21.04
S	1.39	1.21

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7Eร่วมกับเทคนิค KWDL
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 5 ข้อ
4. แบบทดสอบย่อยท้ายวงจร

แผนการจัดการเรียนรู้

รายวิชาเคมี 2 รหัสวิชา ว31222

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/ 2558

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

เวลา 3 คาบ

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นหรือปริมาตรตามต้องการ และคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆที่กำหนดได้

2. สาระสำคัญ

การเตรียมสารละลายทำได้โดยนำสารบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลายหรือนำสารละลายเข้มข้นมาทำให้เป็นสารละลายเจือจาง ซึ่งนักเรียนควรศึกษาเพื่อที่จะได้ทราบถึงหลักและวิธีการที่ใช้ในการเตรียมสารละลายที่ถูกต้อง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) เมื่อจบบทเรียนนี้นักเรียนสามารถ

1. เตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นและปริมาณตามที่ต้องการได้
2. แก้ไขข้อปัญหาในเรื่อง การเตรียมสารละลายได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) ในบทเรียนนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนา

1. ทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย
2. ทักษะในการคำนวณ เรื่อง การเตรียมสารละลาย
3. ทักษะการใช้อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ในบทเรียนนี้นักเรียนจะได้รับการพัฒนา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์ | <input type="checkbox"/> ความซื่อสัตย์ สุจริต |
| <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย | <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ |
| <input type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน |
| <input type="checkbox"/> รักความเป็นไทย | <input type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ |

4. ชิ้นงานหรือภาระงาน

4.1 ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง การเตรียมสารละลายในเอกสารประกอบการเรียน และส่งในวันจันทร์ถัดไป

4.2 ให้นักเรียนจับกลุ่มบันทึกวีดีโอและจัดทำรายงาน เรื่อง การเตรียมสารละลาย ตามหัวข้อที่กำหนดที่กำหนด

5. เนื้อหาสาระ

การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

การเตรียมสารละลายโดยการเจือจางจากสารละลายเข้มข้น

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ประกอบด้วย

(2 คาบ/ 100 นาที)

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม	- ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเรื่องความเข้มข้นของสารละลายแล้วตั้งคำถามว่านักเรียนมีความเข้าใจเพียงพอหรือไม่ จากนั้นลองถามนักเรียนด้วยคำถามว่า - นักเรียนคิดว่าสารละลายที่มีหน่วยความเข้มข้นต่างกันมีวิธีการเตรียมสารละลายเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ : แตกต่างกันเพราะหน่วยของความเข้มข้นจะเป็นสิ่งที่บอกถึงสถานะของสารที่นำมาใช้เตรียมเป็นสารละลาย)	-	10
2. ขั้นสร้างความสนใจ	-ครูสร้างความสนใจของนักเรียนโดยเปิดวีดีโอการเตรียมสารละลายให้นักเรียนดูแต่ไม่บอกว่าเป็นวิธีการเตรียมสารละลายจากนั้นถามนักเรียนด้วยคำถามว่า - จากวีดีโอที่ให้คุณเป็นคลิปเกี่ยวกับอะไร (แนวคำตอบ : การเตรียมสารละลาย) - จากคลิปวีดีโอ นักเรียนคิดว่าการเตรียมสารละลายมีวิธีการเตรียมอย่างไร โดยให้นักเรียน	-วีดีโอ	10

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>ทั้งห้องช่วยกันพูดสรุปมาอย่างคร่าวๆ</p> <p>- แล้วถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายเกลือแกงที่มีความเข้มข้น 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 250 ลูกบาศก์เซนติเมตรนักเรียนจะมีวิธีการเตรียมอย่างไร</p>		
3.ขั้นสำรวจและค้นหา	<p>-ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 5 คน 9 กลุ่ม และ 4 คน 1 กลุ่ม จากนั้นให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารับใบกิจกรรม แล้วให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมซึ่งในใบกิจกรรมจะถูกแบ่งออกเป็นสองตอนโดยตอนที่หนึ่งครูจะหยิบอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายขึ้นมาทีละหนึ่งชนิดจากนั้นให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันสังเกตและให้ตัวแทนกลุ่มวาดภาพลงในใบกิจกรรมและสมาชิกที่เหลือช่วยกันสืบค้นหาชื่อเรียกอุปกรณ์ชนิดนั้นทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จากนั้นให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการเตรียมสารละลายโดยสืบค้นจากหนังสือเรียน ใบความรู้และ internet ส่วนตอนที่สองนั้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมเรื่องการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายนำมาประยุกต์ใช้ในเรื่องการเตรียมสารละลายและใช้วิธีการคำนวณตามตาราง KWDL</p> <p style="padding-left: 40px;">K คือ โจทย์บอกอะไรบ้าง</p> <p style="padding-left: 40px;">W คือ โจทย์ถามอะไร/ มีวิธีการอย่างไร</p> <p style="padding-left: 40px;">D คือ วิธีการดำเนินการตามขั้นตอน</p> <p style="padding-left: 40px;">L คือ คำตอบที่ได้</p> <p>ซึ่งในขั้นตอนนี้ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะเท่านั้น</p>	<p>-หนังสือเรียน สสวท. เคมีเล่ม 2</p> <p>-ใบความรู้</p> <p>-ใบกิจกรรม</p> <p>-อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย</p>	30
4.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	<p>- ให้นักเรียนส่งตัวแทนที่มีความสนใจออกมานำเสนอขั้นตอนการเตรียมสารละลายตามที่</p>	<p>-หนังสือเรียน สสวท.</p>	50

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดจำนวน 1-2 กลุ่ม (ถ้าไม่มีผู้สมัครใจให้ครูทำการสุ่ม)</p> <p>- ครูอธิบายและสรุปการคิดคำนวณและวิธีการเตรียมสารละลายทั้ง 3 ลักษณะ คือ เตรียมจากสารละลายบริสุทธิ์ เตรียมจากสารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่าแล้วนำมาเจือจาง และการนำสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกันมาผสมกัน ในหน่วยของความเข้มข้นต่าง ๆ เช่น ร้อยละ ส่วนในล้านส่วน โมลาริตี และ โมลลิตี เป็นต้น จากนั้นครูให้ตัวแทนนักเรียน 1 คน ออกมาหน้าชั้นเรียนเพื่อสาธิตวิธีการเตรียมสารละลายเกลือแกงที่ถูกต้อง โดยครูจะเป็นผู้ให้คำชี้แนะแก่นักเรียนปฏิบัติไม่ถูกต้องตามขั้นตอนการเตรียมสารละลาย</p> <p>- จากนั้นครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการคิดคำนวณการเตรียมสารละลายโดยใช้ตาราง KWDL จากนั้นให้นักเรียนในห้องช่วยกันตรวจคำตอบว่าผู้ที่ออกมานำเสนอทำถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องครูจะเป็นผู้อธิบายและแก้ไข</p> <p>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ได้เรียนไปอีกครั้งถ้ามีส่วนใดที่นักเรียนไม่เข้าใจครูจะเป็นผู้อธิบายซ้ำ</p>	<p>เคมีเล่ม 2</p> <p>-ใบความรู้</p> <p>-ใบกิจกรรม</p> <p>-อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย</p> <p>-Power point</p>	

(1 คาบ/ 50 นาที)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
5. ขันขยายความรู้	<p>- ครูและนักเรียนทบทวนวิธีการคำนวณเพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแล้วให้นักเรียนทำโจทย์ปัญหาเพิ่มเติมในแบบฝึกหัด(ภาค 2) ที่ครูแจกให้ โดยใช้</p>	<p>- Power point</p> <p>-แบบฝึกหัด</p> <p>-หนังสือเรียน</p>	30

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อประกอบ	เวลา (นาที)
	<p>ตาราง KWDL ซึ่ง</p> <p>K คือ โจทย์บอกอะไรบ้าง</p> <p>W คือ โจทย์ถามอะไร/ มีวิธีการอย่างไร</p> <p>D คือ วิธีการดำเนินการตามขั้นตอน</p> <p>L คือ คำตอบที่ได้</p> <p>จากนั้นครูทำการตรวจคำตอบและวิธีการทำโดย เฉลยการหาคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน</p>	<p>สสวท. เคมี เล่ม 2</p>	
6.ขั้นประเมินผล	<p>-นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย</p> <p>-นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการ เรียนการสอนและความรู้ที่ได้รับลงในแบบบันทึก การเรียนรู้ที่ 2</p>	<p>-แบบทดสอบ ย่อย</p> <p>- แบบบันทึก การเรียนรู้ ของนักเรียน</p>	15
7.ขั้นนำความรู้ ไปใช้	<p>- ครูให้นักเรียนบอกถึงวิธีการเตรียมสารละลายที่ นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้</p> <p>(แนวคำตอบ : การเตรียมน้ำเชื่อมในการทำขนม เพื่อให้ได้ความหวานตามความเข้มข้นที่ต้องการ เป็นต้น)</p> <p>จากนั้นครูมอบหมายงานให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่มละ 5 คน 9 กลุ่ม และ 4 คน 1 กลุ่ม โดยให้นักเรียนเตรียมสารละลาย แล้วบันทึกเป็น วิดีโอและจัดทำรายงานตามหัวข้อต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์ 2. การเจือจางสารละลาย 3. การเตรียมสารละลายที่ใช้ในชีวิตประจำวัน <p>โดยต้องระบุถึงวิธีการคำนวณ อุปกรณ์ที่ใช้ในการ เตรียมสารละลายและวิธีการเตรียมสารละลายที่ ถูกต้อง โดยให้ระยะเวลาในการทำทั้งสิ้น 1 เดือน</p>	-	5

7. การจัดบรรยากาศเชิงบวก

7.1 จัดห้องเรียนให้สะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย เหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

7.2 ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

8. อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้

8.1 Power point นำเสนอ เรื่อง การเตรียมสารละลาย

8.2 ใบกิจกรรม

8.3 ใบความรู้

8.4 วีดีโอ

8.5 แหล่งเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555).

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. (พิมพ์ครั้งที่ 6).

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์. (2555). *compact เคมี ม.4 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ : แม็ค.

Internet

9. การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านความรู้ (K) 1. เตรียมสารละลาย ให้มีความเข้มข้นและ ปริมาณตามที่ต้องการได้	- การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม -การบันทึกวีดีโอ และการจัดทำ รายงาน	- ใบกิจกรรม - วีดีโอและ รายงานของ นักเรียน	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้ อย่างถูกต้องโดยผ่าน เกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป - นักเรียนร้อยละ 70 สามารถรายงานขั้นตอน การเตรียมสารละลายได้ อย่างถูกต้อง
2. แก้ไขทศปัญหาใน เรื่องการเตรียม สารละลายได้	- การแสดงวิธี ทำในแบบฝึกหัด ตามขั้นตอนของ KWDL	- แบบฝึกหัด	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถาม และแสดงวิธีทำได้ อย่างถูกต้องโดยผ่านเกณฑ์ ระดับ 1 ขึ้นไป

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
	- การแสดงวิธี ทำในแบบทดสอบ ย่อยตามขั้นตอน ของ KWDL	- แบบทดสอบ ย่อย	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถาม และแสดงวิธีทำได้ ถูกต้องโดยผ่านเกณฑ์ ระดับ 1 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) 1. ทักษะในการสืบ เสาะหาความรู้ เรื่อง การ เตรียมสารละลาย 2. ทักษะในการคำนวณ เรื่อง การเตรียมสารละลาย	- การตอบคำถาม ในใบกิจกรรม - การแสดงวิธีทำใน แบบฝึกหัดตาม ขั้นตอนของ KWDL - การแสดงวิธี ทำในแบบทดสอบ ย่อยตามขั้นตอน ของ KWDL	- ใบกิจกรรม - แบบฝึกหัด - แบบทดสอบ ย่อย	- นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้ อย่างถูกต้องโดยผ่าน เกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป - นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถาม และแสดงวิธีทำได้ ถูกต้องโดยผ่านเกณฑ์ ระดับ 1 ขึ้นไป - นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถาม และแสดงวิธีทำได้ ถูกต้องโดยผ่านเกณฑ์ ระดับ 1 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (A) - มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และ มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	- การสังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน	- แบบประเมิน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	- นักเรียนมีพฤติกรรม อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป

10. เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

เกณฑ์ในการประเมินใบกิจกรรม เรื่อง การเตรียมสารละลาย

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน				เกณฑ์การผ่าน
	3	2	1	0	
ความถูกต้องสมบูรณ์ของคำตอบ	เขียนคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วนและสมบูรณ์	เขียนคำตอบได้บ้างขั้นตอนแต่ในแต่ละขั้นตอนมีความครบถ้วนสมบูรณ์	เขียนคำตอบได้บ้างขั้นตอนและในแต่ละขั้นตอนนั้นขาดความสมบูรณ์	ไม่ตอบคำถามในใบกิจกรรม	ระดับ 2 ขึ้นไป

การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ตาราง KWDL

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
K บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้ถูกต้องและครบถ้วน	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้ถูกต้องบางส่วนหรือระบุได้ไม่ครบ	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุ
W บอกสิ่งที่โจทย์ให้หา/มีวิธีการอย่างไร	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้อง ครบถ้วน และสามารถบอกวิธีการในการหาคำตอบได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ถูกต้องแต่บอกวิธีการในการหาคำตอบผิดหรือไม่สามารถบอกวิธีการได้	ระบุสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุและไม่สามารถบอกวิธีการในการหาคำตอบ
D ดำเนินการตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ถูกต้อง ครบถ้วนและเหมาะสม	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้หาคำตอบได้แต่ไม่เหมาะสมหรือไม่ครบกระบวนการ	เลือกใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้เขียนระบุกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	2	1	0
L คำตอบ	ตอบคำถามได้ถูกต้อง สมบูรณ์	ตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่หน่วยผิด	ตอบคำถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบ

11. บันทึกหลังการสอน

1. ผลการเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้

.....นักเรียนสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องในประเด็นที่นักเรียนเข้าใจและในการแก้
โจทย์ปัญหายังมีบางข้อที่นักเรียนยังไม่เข้าใจเนื่องจากโจทย์มีความซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยการ
ทบทวน ในการทำความเข้าใจด้วยตนเอง.....

1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

.....นักเรียนมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่มี เช่น หนังสือเรียน ใบ
ความรู้ และการใช้ Internet เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการสืบค้น และนักเรียนมีทักษะในการ
คำนวณเพิ่มขึ้นเนื่องจากนักเรียนใช้เวลาในการทำโจทย์น้อยลงเมื่อได้รับการฝึกทำโจทย์บ่อยๆ

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และเมื่อถึงเวลาในการทำกิจกรรมนักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจ
และมีส่วนร่วมในการเรียน.....

2. จุดเด่นและจุดด้อยของนักเรียน

2.1 จุดเด่น

.....นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และให้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุก ๆ ขั้นตอน
ของการจัดกิจกรรม.....

2.2 จุดด้อย

.....ในขั้นตอนการทำกิจกรรมนักเรียนหลังห้องมองอุปกรณ์ที่ครูหยิบเป็นแบบให้ไม่ชัดเจน
ทำให้ต้องลุกขึ้นมาวาดหน้าชั้นเรียน และในการทำกิจกรรมแบบเป็นกลุ่มพบว่าการเขียนใบ
กิจกรรมแบบกลุ่มทำให้นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่สนใจเนื่องจากมีใบกิจกรรมเพียงใบเดียว

3. แนวทางเสริมสร้าง

3.1 แนวทางการเสริมสร้างจุดเด่นของนักเรียน

..... ผู้สอนควรเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้นและเมื่อนักเรียนตั้งใจเรียนควรแทรกความรู้เพิ่มเติมเข้าไปด้วย.....

3.2 แนวทางการแก้ไขจุดด้อยของนักเรียน

..... ควรมีการสลับตำแหน่งที่นั่งโดยให้นักเรียนผู้ที่มีสายตาสั้นอยู่ในกลุ่มมานั่งด้านหน้าและควรปรับใบกิจกรรมจากหนึ่งใบต่อหนึ่งกลุ่มเป็นหนึ่งใบต่อหนึ่งคนเพื่อเสริมสร้างความรับผิดชอบในการทำงานของนักเรียน.....

ลงชื่อ.....พัทชนน วิริยะธรรม..... ผู้สอน

(นางสาวพัทชนน วิริยะธรรม)

วันที่.....3 ธันวาคม 2558.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2/ 2558

รายชื่อสมาชิก

1.....	เลขที่.....	ชั้น.....
2.....	เลขที่.....	ชั้น.....
3.....	เลขที่.....	ชั้น.....
4.....	เลขที่.....	ชั้น.....
5.....	เลขที่.....	ชั้น.....

ตอนที่ 1 คำชี้แจง : ให้นักเรียนวาดภาพอุปกรณ์การทดลองตามที่นักเรียนสังเกตเห็นพร้อมทั้งระบุชื่อเรียกอุปกรณ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ใบความรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย

รายวิชาเคมี 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว31222

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 2/ 2558

การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายโดยทั่วไปมี 3 ลักษณะคือ

- การนำของแข็งบริสุทธิ์มาละลายในตัวทำละลาย
- การนำสารละลายที่มีอยู่แล้วมาทำให้เจือจาง
- การนำสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกันมาผสมกัน

1. เตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

ขั้นตอนในการเตรียม

- 1) คำนวณหาปริมาณของตัวละลาย
- 2) ชั่งมวลของตัวละลาย
- 3) นำมาละลายด้วยน้ำกลั่นในบีกเกอร์ประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของปริมาตรที่ต้องการ
- 4) เทใส่ขวดวัดปริมาตรผ่านกรวย
- 5) ขวดวัดปริมาตรที่ใช้ต้องมีขนาดที่ต้องการเท่ากับปริมาตรของสารละลายที่คำนวณในขั้นที่ 1 ปริมาตรของสารละลาย ในขั้นนี้ควรมี 2 ใน 3 ส่วนของขวดวัดปริมาตรเมื่อการละลายเกิดการคายความร้อนหรือดูดความร้อน ปริมาตรของ สารละลายยังเปลี่ยนแปลงอยู่ เมื่ออุณหภูมิ สารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องจึงเติมน้ำถึงขีดที่กำหนด
- 6) เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกริมาตรที่คอขวด โดยให้ส่วน โค้งต่ำสุดอยู่พอดีขีด
- 7) กลับขวดขึ้นลงจนสารเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด
- 8) เก็บสารละลายและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม
 - นำสารละลายที่เตรียมได้เทใส่ขวดหรือภาชนะปิดฝาอย่างเหมาะสม
 - ปิดฉลากโดยระบุชื่อสาร สูตรเคมี ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสารละลาย (เพราะสารละลายบางชนิดอาจ สลายได้เมื่อเตรียมไว้นานเกินไป)
 - ล้างเก็บอุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนที่ใช้ให้สะอาด วางคว่ำไว้จนแห้งก่อนจึงปิดจุก
 - เก็บอุปกรณ์และสารละลายเข้าสู่สารและตู้อุปกรณ์อย่างเหมาะสม



2. เตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น

1) คำนวณหาปริมาณสารละลายเข้มข้นที่จะแบ่งออกมาจำนวนหนึ่ง

โดยคำนวณจาก
$$C_1 = \frac{\text{จำนวน โมลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายก่อนทำให้เจือจาง (V_1)}}$$

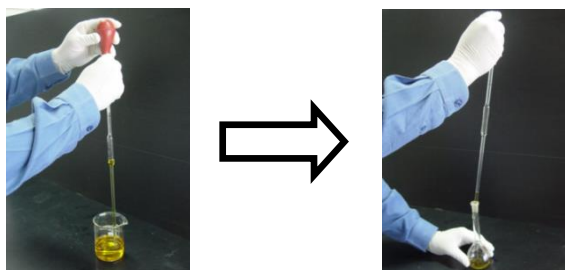
$$C_2 = \frac{\text{จำนวน โมลของตัวละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลายหลังทำให้เจือจาง (V_2)}}$$

เมื่อทำการเจือจางสารละลาย จำนวน โมลของตัวละลายก่อนและหลังเจือจางจะเท่ากันจึงได้สมการใหม่คือ

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

2) แบ่งสารละลายเข้มข้นตามปริมาตรที่คำนวณได้

- ใช้ปิเปตดูดสารละลายขึ้นมา $V_1 \text{ cm}^3$ ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตร ซึ่งต้องเลือกขวดวัดปริมาตรขนาด $V_2 \text{ cm}^3$



3) ทำสารละลายให้เจือจาง โดยเติมน้ำกลั่น

- โดยมีหลักว่า ปริมาตรน้ำที่จะเติมเท่ากับผลต่างระหว่างปริมาตรสารละลายทั้งหมดกับ ปริมาตรสารละลายเข้มข้นที่แบ่งมา

- การเติมน้ำจะเทลงค่อย ๆ และให้มีปริมาตร 2 ใน 3 ส่วนก่อน เมื่ออุณหภูมิสารละลายไม่เปลี่ยนแปลงแล้วจึงเติมน้ำให้มีปริมาตรถึงขีดข้างบนของขวดวัดปริมาตร โดยให้ส่วนต่ำสุด (ท้องน้ำ) อยู่ตรงขีด

4) กลับขวดขึ้นลงจนสารผสมกันเป็นเนื้อเดียว

5) เก็บสารละลายและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม

3. เตรียมสารละลายจากการผสมสารละลาย

โดยการผสมสารละลายชนิดเดียวกันแต่มีความเข้มข้นต่างกัน กลายเป็นสารละลายชนิดใหม่ที่มีความเข้มข้นและปริมาณที่ต้องการ

$$C_1V_1 + C_2V_2 = C_3(V_1 + V_2)$$

แบบประเมินเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วันที่ประเมิน...3...ธันวาคม 2558...เรื่องที่สอน...การเตรียมสารละลาย...ชั้น...ม.4/15...

สมรรถนะ	รายการประเมิน	ผู้ประเมิน	สรุป
		ระดับคุณภาพ	
1.มีวินัย	1.1 เข้าเรียนตรงเวลา	3	3
	1.2 แต่งกายเรียบร้อยเหมาะสมกับกาลเทศะ	3	
	1.3 ปฏิบัติตามกฎระเบียบของห้อง	3	
2.ใฝ่เรียนรู้	2.1 แสวงหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ	3	3
	2.2 มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ	2	
	2.3 สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล	3	
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	3	3
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อความสำเร็จ	2	

เกณฑ์การให้คะแนน พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนสม่ำเสมอ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง 1 คะแนน

ลงชื่อ.....กมลชนก อินตะโมงค์.....ผู้ประเมิน

(นางสาวกมลชนก อินตะโมงค์)

ผู้ช่วยผู้วิจัย



แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2



รายวิชา เคมี 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย รหัสวิชา ว 31222

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.4/.....

1. จากการเรียนเรื่อง การเตรียมสารละลาย ให้นักเรียนให้คะแนนส่วนของการจัดการเรียนการสอนต่อไปนี้อย่างเหมาะสมทั้งหมดเต็ม 100 คะแนน นักเรียนจะให้คะแนนแต่ละขั้นตอนทำไบบ้าง

- การทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายก่อนเรียน
- การชมวิดีโอ เรื่อง การเตรียมสารละลาย
- การทำใบกิจกรรม
- การสาธิตวิธีการเตรียมสารละลายของเพื่อน
- การระดมสมองปัญหา
- การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การเตรียมสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

.....

.....

.....

4. จากการที่นักเรียนได้ศึกษา เรื่อง การเตรียมสารละลาย นักเรียนมีความรู้สึกเป็นอย่างไรให้นักเรียนวงกลมภาพแสดงสีหน้าของนักเรียน



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

วิชา เคมีเพิ่มเติม 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2/ 2558

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องและทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบ

กำหนดให้ มวลอะตอมของ C = 12, H = 1, O = 16, N = 14, S = 32, Na = 23, Cl = 35.5, Fe = 55.85,

K = 39, Mn = 55

- น้ำประปามีความเข้มข้นของแร่ธาตุ 86.5 ppm ดังนั้นจะมีแร่ธาตุในน้ำประปาอยู่ที่กรัม
 - 865 กรัม
 - 86.5 กรัม
 - 8.65 กรัม
 - 0.865 กรัม
- จากหน่วยของความเข้มข้นต่อไปนี้ ข้อใดบอกความหมายได้ ไม่ถูกต้อง
 - สารละลาย ZnCl₂ 20% โดยมวล หมายถึง สารละลาย 100 กรัม มี ZnCl₂ 20 กรัม
 - สารละลาย HNO₃ 40% โดยปริมาตร หมายถึง สารละลาย 100cm³ มี HNO₃ 40 cm³
 - สารละลาย HCl 5.0 โมลาร์ หมายถึง สารละลาย 1 ลิตร มี HCl 5.0 โมล
 - สารละลาย MgSO₄ 2.5 โมแลล หมายถึง สารละลาย 1 กิโลกรัม มี MgSO₄ 2.5 โมล
- จากความหมายของเศษส่วนโมล ถ้าสารละลายเกิดจากสาร 3 ตัวผสมกัน ตัวหนึ่งมีเศษส่วนโมลเป็น 0.3 ตัวที่สองมีเศษส่วนโมลเป็น 0.5 แล้วสารตัวที่สามจะมีเศษส่วนโมลเป็นเท่าใด
 - 0.2
 - 0.5
 - 0.7
 - 0.8
- โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 50 กรัม ในน้ำ 200 กรัม มีความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ โดยมวลเท่าใด
 - 0.20
 - 20.0
 - 0.25
 - 25.0
- น้ำส้มสายชูชนิดหนึ่ง มีความหนาแน่น 1.13 g/cm³ ซึ่งมีกรดแอซีติก (CH₃COOH) ละลายอยู่ ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก น้ำส้มสายชูนี้ จะมีความเข้มข้นคิดเป็นกี่ mol/dm³
 - 1.88 mol/dm³
 - 1.47 mol/dm³
 - 2.09 mol/dm³
 - 1.64 mol/dm³
- ความเข้มข้นของตัวถูกละลายชนิดต่างๆ ในสารละลาย A, B และ C ในน้ำ เป็นดังนี้

สารละลายในน้ำ	ตัวถูกละลาย	ความเข้มข้น
A	NaCl	58.5 g/dm ³
B	Na ₂ SO ₄	71 g/dm ³
C	NaOH	10% โดยมวลต่อปริมาตร

จงเรียงลำดับความเข้มข้นของสารละลายในหน่วย mol/dm³ จากมากไปน้อย ข้อใดถูกต้อง

- A > B > C
- B > A > C
- C > A > B
- C > B > A

7. อารีย์ต้องการทานขนมขบเคี้ยวที่ห่อหนึ่งซึ่งหน้าซองมีเขียนไว้ว่าควรแบ่งบริโภค 2.5 ครั้งต่อ 1 ซอง และเมื่อคู่มือที่ลากพบว่าขนมนี้ประกอบไปด้วยโซเดียมร้อยละ 5 โดยมวล แต่อารีย์เลือกที่จะทานเพียงครั้งเดียว นักเรียนเห็นด้วยกับการกระทำของอารีย์หรือไม่ เพราะเหตุใด

- เห็นด้วยเพราะถึงแม้จะทานทั้งซองปริมาณโซเดียมก็ไม่น่าจะเกิน 5%
- เห็นด้วย เพราะปริมาณของโซเดียมที่ร่างกายต้องการมากกว่า 5% ต่อวัน
- ไม่เห็นด้วยเพราะอารีย์ควรแบ่งทานอย่างน้อย 2 ครั้งต่อซองเพื่อให้ได้รับสารอาหารตามที่กำหนด
- ไม่เห็นด้วย เพราะถ้าอารีย์แบ่งทานตามที่หน้าซองระบุ อารีย์จะได้รับปริมาณ โซเดียมเพียง 2.5% ซึ่งเป็นไปตามที่ร่างกายต้องการต่อวันพอดี

8. ในการเตรียมสารละลายที่ถูกต้อง ควรปฏิบัติตามข้อใด

- การชั่งสารตัวอย่าง 10 กรัม ควรเลือกใช้ปิเปตเจอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
- การเทสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร ควรเทสารละลายผ่านกรวย
- เมื่อทำการปรับปริมาตรสารละลายแล้วควรรีบปิดจุกแล้วเขย่าแรงๆทันที
- การปรับปริมาตรจิจัดปริมาตรบนขวดควรอยู่ในระดับพอดีกับผิวหน้าของสารละลาย

9. ถ้านักเรียนนำโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 5.0 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตรครบ 250 cm³ สารละลายนี้ จะมีความเข้มข้นเท่าใด

- 0.3 mol/dm³
- 0.8 mol/dm³
- 0.5 mol/dm³
- 0.2 mol/dm³

10. ถ้านำสารละลายน้ำตาลกลูโคส (C₆H₁₂O₆) ความเข้มข้น 2 mol/dm³ จำนวน 10.2 dm³ มาผสมกับสารละลายน้ำตาลกลูโคส (C₆H₁₂O₆) ความเข้มข้น 1 mol/dm³ จำนวน 1.6 dm³ แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตร 12.0 dm³ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลกลูโคสจะมีค่าเท่าใด

- 1.83 mol/dm³
- 2.00 mol/dm³
- 2.75 mol/dm³
- 3.33 mol/dm³

11. ถ้ามีสารเคมีชนิดหนึ่งที่ไม่ทราบสูตรเคมีแต่เมื่อถูกนำมาเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น 1 โมลาร์ จำนวน 50 cm³ จะต้องชั่งสารชนิดนี้มา 20 กรัม ดังนั้นถ้าจะนำสารนี้ไปเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น 0.5 โมลาร์จำนวน 150 cm³ จะต้องชั่งมามากหรือน้อยกว่าเดิมเท่าใด

- มากกว่าเดิม 30 กรัม
- มากกว่าเดิม 10 กรัม
- น้อยกว่าเดิม 15 กรัม
- น้อยกว่าเดิม 10 กรัม

12. ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งต้องการเตรียมสารละลายกรด HCl เข้มข้น 2M จำนวน 500 cm^3 มีสารละลายกรดอยู่ 2 ขวดได้แก่

ขวด A	ขวด B
HCl 0.4 M	HCl 0.1 M
500 cm^3	500 cm^3

จากข้อมูลข้างต้นถ้าต้องการเตรียมสารละลาย HCl เข้มข้น 0.2 M จำนวน 500 cm^3 ควรทำเช่นไรจึงจะได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

- ใช้ขวด A 200 cm^3 ผสมกับ ขวด B 300 cm^3
- ใช้ขวด A 300 cm^3 ผสมกับ ขวด B 200 cm^3
- ใช้ขวด A 200 cm^3 ผสมกับ ขวด B 100 cm^3 แล้วเติมน้ำ 200 cm^3
- ใช้ขวด A 200 cm^3 ผสมกับ ขวด B 200 cm^3 แล้วเติมน้ำ 100 cm^3

13. นักวิทยาศาสตร์คนหนึ่งต้องการเตรียมสารละลายเพื่อใช้ในการทำความสะอาดตู้แก้วที่มีสารเคมีเกาะเต็มไปหมด แต่ในห้องปฏิบัติการนั้นมีสารเคมีเพียง 3 ขวด ดังนี้

ขวด A	ขวด B	ขวด C
สารละลายกรด	สารละลายกรด	สารละลายกรด
เข้มข้น 0.1 M	เข้มข้น 0.2 M	เข้มข้น 1 M
500 cm^3	500 cm^3	500 cm^3

จากข้อจำกัดดังกล่าวนักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์คนนั้นควรทำอย่างไรเพื่อให้ได้สารละลายปริมาตร 1000 cm^3 และมีความเข้มข้นมากที่สุด

- นำสารละลายกรดในขวด A มา 400 cm^3 ผสมกับสารละลายกรดในขวด C 300 cm^3 แล้วเติมน้ำเพิ่มอีก 300 cm^3
- นำสารละลายกรดในขวด A มา 300 cm^3 ผสมกับสารละลายกรดในขวด B 400 cm^3 แล้วเติมน้ำเพิ่มอีก 300 cm^3
- นำสารละลายกรด A, B และ C อย่างละ 100 cm^3 มาผสมกันแล้วเติมน้ำเพิ่มอีก 400 cm^3
- นำสารละลายกรดในขวด B กับขวด C อย่างละ 300 cm^3 มาผสมกันแล้วเติมน้ำลงไปอีก 400 cm^3

14. ณ ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งนักเรียนได้ทำการทดลองโดยเริ่มต้นจากการเตรียมสารละลายที่จะใช้ในการทดลอง นักเรียนคิดว่านักเรียนคนใดต่อไปนี้ปฏิบัติได้ถูกต้องที่สุด เพราะเหตุใด

- ก. กนก เลือกใช้ปิเปตขนาด 250 มิลลิลิตรในการชั่งสาร 1 กรัม เพราะป้องกันสารหกขณะทำการทดลอง
- ข. ไช้ขวัญ ไม่เลือกใช้กรวยแก้วคอนเทสสารเพราะไม่ต้องการให้สารติดอยู่บนกรวย
- ค. คำนึ่ง เลือกใช้ปิเปตแทนการใช้กระบอกตวงเพราะมีความละเอียดมากกว่า
- ง. งามตา ปรับปริมาตรของน้ำในขวดวัดปริมาตรโดยยืนตรงและวางขวดไว้บนโต๊ะที่สูงระดับเอวเพราะสะดวกต่อการเติมน้ำลงในขวดวัดปริมาตร

15. ทำการทดลองโดยเตรียมสารละลาย $C_6H_{12}O_6$ 1.80 กรัม ละลายในน้ำบริสุทธิ์ 100 กรัม เมื่อนำมาเทียบกับสารบริสุทธิ์แล้วเป็นอย่างไรและสารละลายนั้นมีจุดเดือดเท่าใด

(K_b ของน้ำ = $0.51^\circ C/m$)

- ก. เพิ่มขึ้น, $100.051^\circ C$ ข. เพิ่มขึ้น, $0.051^\circ C$
- ค. ลดลง, $99.949^\circ C$ ง. ลดลง, $100^\circ C$

16. สาร X, Y และ Z ชนิดละ 15 กรัม นำสารแต่ละชนิดไปละลายในน้ำ 100 กรัม จะได้สารละลายมีแนวโน้มของจุดเดือดเป็นเช่นไร เมื่อกำหนดให้ X, Y และ Z คือ $C_6H_{12}O_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$ และ NH_2CONH_2 ตามลำดับ

- ก. $X > Y > Z$ ข. $Y > Z > X$
- ค. $Z > Y > X$ ง. $Z > X > Y$

17. สารละลาย A และ B มีองค์ประกอบดังตาราง

สารละลาย	ตัวละลาย	ตัวทำละลาย	K_b ของน้ำ ($^\circ C/m$)
A	เอทิลีน ไกลคอล ($C_2H_6O_2$) 62 กรัม	น้ำ 2 กิโลกรัม	0.51
B	เอทิลีน ไกลคอล ($C_2H_6O_2$) 124 กรัม	น้ำ 5 กิโลกรัม	0.51

จากข้อมูลดังตารางถ้าทำการเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายทั้ง 2 ชนิด จะสามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. สารละลายทั้ง A และ B มีการลดลงของจุดเดือดที่เท่ากัน
- ข. สารละลายทั้ง A และ B มีการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดที่เท่ากัน

- ก. สารละลาย A มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย B
- ง. สารละลาย B มีจุดเดือดสูงกว่าสารละลาย A
18. K_f ของกรดแอสซิติคเท่ากับ 3.9 องศาเซลเซียสต่อโมแลล หมายความว่าอย่างไร
- ก. จุดเยือกแข็งของสารละลาย 1 โมลในกรดแอสซิติค 100 กรัม จะมีจุดเยือกแข็งต่ำกว่าน้ำ 3.9°
- ข. จุดเยือกแข็งของกรดแอสซิติคบริสุทธิ์ต่ำกว่าน้ำบริสุทธิ์ 3.9°C
- ค. สาร A 1 โมลใส่กรดแอสซิติค 1,000 กรัม จะได้จุดเยือกแข็ง 3.9°C
- ง. สาร A 1 โมลใส่กรดแอสซิติค 1,000 กรัม จะมีจุดเยือกแข็งลดลง 3.9°C
19. การเขียนสูตรอย่างง่ายอาศัยหลักการใด
- ก. จำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
- ข. อัตราส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
- ค. อัตราส่วนอย่างต่ำของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
- ง. มวลโมเลกุลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ
20. สูตรโมเลกุลแตกต่างจากสูตรเอมพิริคัลอย่างไร
- ก. สูตรโมเลกุลจะแสดงองค์ประกอบของธาตุย่อยๆ ใน 1 โมเลกุลแต่สูตรเอมพิริคัลจะแสดงทุกองค์ประกอบของธาตุใน 1 โมเลกุล
- ข. สูตรโมเลกุลจะแสดงการจัดเรียงอะตอมใน 1 โมเลกุลแต่สูตรเอมพิริคัลจะแสดงเฉพาะจำนวนอะตอมใน 1 โมเลกุล
- ค. สูตรโมเลกุลจะแสดงเฉพาะจำนวนอะตอมใน 1 โมเลกุลแต่สูตรเอมพิริคัลจะแสดงการจัดเรียงตัวอะตอมใน 1 โมเลกุล
- ง. สูตรโมเลกุลจะแสดงจำนวนอะตอมของธาตุใน 1 โมเลกุลแต่สูตรเอมพิริคัลจะแสดงเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ
21. ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3) มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบกี่เปอร์เซ็นต์
- ก. 35.5% ข. 35% ค. 25% ง. 17.5%
22. สารประกอบ A 1 โมเลกุลมีคาร์บอน 29 อะตอม คิดเป็นร้อยละ 80.87 โดยมวล มวลโมเลกุล A มีค่าเท่าไร
- ก. 450 ข. 430 ค. 400 ง. 350
23. สารใดในสารต่อไปนี้ที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบในปริมาณมากที่สุด
- ก. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ข. NaHSO_3
- ค. $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ง. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

24. ถ้าต้องการบำรุงและเสริมสร้างกระดูกในร่างกายให้แข็งแรงเราจึงควรรับประทานอาหารชนิดใดต่อไปนี้ เพราะเหตุใด
- นม เพราะมีปริมาณแคลเซียมอยู่ร้อยละ 50
 - เนื้อสัตว์ เพราะมีปริมาณโซเดียมอยู่ร้อยละ 50
 - ถั่ว เพราะมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ร้อยละ 50
 - ตับ เพราะมีธาตุเหล็กอยู่ร้อยละ 50
25. สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจน 0.250 กรัม คาร์บอน 1.5 กรัม และคลอรีน 8.875 กรัม จงหาสูตรอย่างง่ายของสารนี้
- CH_3Cl
 - CH_2Cl
 - CH_2Cl_2
 - CHCl_3
26. โลหะ M มีมวลอะตอม 200 เมื่อนำมาเผากับกำมะถันที่มีมากเกินพอปรากฏว่า Mหนัก 16.00 กรัม ให้สารประกอบหนัก 19.84 กรัม สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้คืออะไร
- M_2S_3
 - M_3S_2
 - MS
 - M_2S
27. สารประกอบโพแทสเซียมชนิดหนึ่งมีมวลโมเลกุล 158 ประกอบด้วยธาตุ K, Mn และ O เท่านั้น ถ้าสารประกอบนี้มี K อยู่ 24.7 % และ Mn 34.8 % โดยมวล สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้มีค่าเท่าไร
- KMnO_2
 - KMnO_3
 - KMnO_4
 - $\text{K}_2\text{Mn}_2\text{O}_5$
28. ออกไซด์ชนิดหนึ่งมีอาร์เซนิก 65.2 % ออกซิเจน 34.8 % มีน้ำหนักโมเลกุล (หรือมวลโมเลกุล) เท่ากับ 230 สูตรโมเลกุลของออกไซด์นี้เป็นอย่างไร (As = 74.9)
- AsO_2
 - As_2O_3
 - As_2O_4
 - As_2O_5
29. ถ้าไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งประกอบด้วย C เท่ากับ 82.66 % , H เท่ากับ 17.34 % ถ้าแก๊สนี้มีปริมาณ 1 dm^3 หนัก 2.59 กรัม ที่ STP สูตรโมเลกุลของแก๊สนี้จะเป็นอย่างไร
- C_2H_6
 - C_4H_6
 - C_4H_8
 - C_4H_{10}
30. ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ก๊าซ A 1.5 cm^3 ทำปฏิกิริยาพอดีกับก๊าซ B 4.5 cm^3 ได้ก๊าซ C 3.0 cm^3 ข้อใดถูกต้องที่สุด

	สูตรเคมีของสาร C	ร้อยละของสาร A ในสาร C	ร้อยละของสาร B ในสาร C
ก.	A_3B	75	25
ข.	AB_3	25	75
ค.	A_3B	25	75
ง.	AB_3	75	25

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1. ข | 11. ข | 21. ข |
| 2. ง | 12. ง | 22. ข |
| 3. ก | 13. ง | 23. ก |
| 4. ข | 14. ค | 24. ก |
| 5. ก | 15. ก | 25. ค |
| 6. ก | 16. ง | 26. ก |
| 7. ค | 17. ค | 27. ค |
| 8. ข | 18. ง | 28. ง |
| 9. ค | 19. ค | 29. ง |
| 10. ก | 20. ง | 30. ข |

แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 5 ข้อ

วิชา เคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

คำชี้แจง แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในตาราง KWDL ที่กำหนดให้

1. สารละลาย HCl ที่มีความเข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์โดยมวล มีความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายดังกล่าวนี้ จะมีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (กำหนดให้ มวลอะตอม Cl = 35.5, H = 1)

K โจทย์บอกอะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร / มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คืออะไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จงคำนวณหาปริมาตรของสารละลายเริ่มต้นที่ต้องนำมาใช้เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 500 cm³ จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 12.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

K โจทย์บอกอะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร / มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คืออะไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. จงคำนวณหาจุดเดือดของสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลาย 24 กรัม ละลายน้ำ 60 กรัม ตัวละลายมีมวลโมเลกุล 58 กำหนดให้น้ำบริสุทธิ์เดือด 99.7 องศาเซลเซียส (K_b ของน้ำ = $0.51 \text{ }^\circ\text{C/m}$)

K โจทย์บอกอะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร / มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คืออะไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. สารตัวอย่างชนิดหนึ่งจำนวน 20.0 กรัม ละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl₄) จำนวน 200 กรัม วิกฤตเยือกแข็งของสารละลายได้ -35.50 องศาเซลเซียส สารตัวอย่างมีมวลโมเลกุลเท่าใด (K_f ของ CCl₄ = 2.98 °C/m)

K โจทย์บอกอะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร / มีวิธีการ อย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คืออะไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. จากการวิเคราะห์การเผาไหม้สารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) น้ำหนัก 3.60 กรัม เผาไหม้กับ O_2 มากเกินไป พบว่าให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 8.79 กรัม และน้ำ (H_2O) 3.64 กรัม จงคำนวณหา

- 1) สูตรเอมพีริคัลของสารประกอบ
- 2) สูตรโมเลกุลถ้ามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้เท่ากับ 144 กรัมต่อโมล

K โจทย์บอกอะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร / มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คืออะไร
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1. สารละลาย HCl ที่มีความเข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์ โดยมวล มีความหนาแน่น 1.19 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายดังกล่าวนี้ จะมีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (กำหนดให้ มวลอะตอม Cl = 35.5, H = 1)

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
- สารละลาย HCl เข้มข้น 32% w/w - ความหนาแน่น ของสารละลาย คือ 1.19 g/cm ³	- หาความเข้มข้น ในหน่วยโมลต่อ ลูกบาศก์เดซิเมตร - ใช้แฟกเตอร์ 1) เปลี่ยนหน่วย จาก g กลายเป็น mol 2) เปลี่ยนจาก g ของสารละลาย เป็น cm ³ ของ สารละลายและ เปลี่ยนเป็น dm ³ ของสารละลาย	$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = \frac{32 \text{ gHCl}}{100 \text{ gสารละลายHCl}}$ $\times \frac{1.19 \text{ gสารละลาย HCl}}{1 \text{ cm}^3 \text{ สารละลาย HCl}}$ $\times \frac{1000 \text{ cm}^3 \text{ สารละลายHCl}}{1 \text{ dm}^3 \text{ สารละลายHCl}}$ $\times \frac{1 \text{ molHCl}}{36.5 \text{ gHCl}}$	10.43 mol/dm ³

2. จงคำนวณหาปริมาตรของสารละลายเริ่มต้นที่ต้องนำมาใช้เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6.00 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตร 500 cm³ จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 12.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
- สารละลาย HCl (1) เข้มข้น 12 mol/dm ³ - สารละลาย HCl (2) เข้มข้น 6 mol/dm ³ ปริมาตร 500 cm ³	- หาปริมาตรของ สารละลายเริ่มต้น - ใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$	$C_1V_1 = C_2V_2$ $(12 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3})(V_1) = (6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3})(500 \text{ cm}^3)$ $(\frac{12 \text{ mol}}{1000 \text{ cm}^3})(V_1) = (\frac{6 \text{ mol}}{1000 \text{ cm}^3})(500 \text{ cm}^3)$ $V_1 = 3 \text{ mol} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{12 \text{ mol}}$	250 cm ³

3. จงคำนวณหาจุดเดือดของสารละลายซึ่งประกอบด้วยตัวละลาย 24 กรัม ละลายน้ำ 60 กรัม ตัวละลายมีมวลโมเลกุล 58 กำหนดให้น้ำบริสุทธิ์เดือด 99.7 องศาเซลเซียส (K_b ของน้ำ = 0.51 °C/m)

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
- น้ำ 60 g - ตัวละลาย 24 g- - มวลโมเลกุล 58 g/mol - $T_b = 99.7^\circ\text{C}$ - $K_b = 0.51 /m$	- หา T_b' - ใช้สูตร $\Delta T_b = K_b m$	จาก $\Delta T_b = K_b m$ $T_b' - T_b = K_b m$ $T_b' - 99.7^\circ\text{C} = 0.51 \frac{^\circ\text{C}}{\text{mol/kg}}$ $\times \frac{24\text{g}}{60\text{g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol}}{58 \text{ g}}$ $\times \frac{1000\text{g}}{1 \text{ kg}}$	103.22 °C

4. สารตัวอย่างชนิดหนึ่งจำนวน 20.0 กรัม ละลายในคาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl₄) จำนวน 200 กรัม วัดจุดเยือกแข็งของสารละลายได้ -35.50 องศาเซลเซียส สารตัวอย่างมีมวลโมเลกุลเท่าใด (K_f ของ CCl₄ = 2.98 °C/m, จุดเยือกแข็งของ CCl₄ เท่ากับ -22.99 °C)

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
- สารตัวอย่าง 20 g - CCl ₄ 200 g - T _f ' = -35.5 °C	- หามวลโมเลกุล (g/mol) ของสาร ตัวอย่าง - ใช้สูตร $\Delta T_f = K_f m$ โดยหา m (mol/kg) ก่อน แล้วเปลี่ยนให้ เป็น g/mol	จาก $\Delta T_f = K_f m$ $m = \frac{T_b' - T_b}{K_f}$ $m = \frac{-22.99^\circ\text{C} - (-35.5^\circ\text{C})}{2.98^\circ\text{C}/\text{m}}$ $m = 4.2$ $\frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{1 \text{ kg}}{4.2 \text{ mol}} \times \frac{1000 \text{ g CCl}_4}{1 \text{ kg}}$ $\times \frac{20 \text{ g ตัวอย่าง}}{200 \text{ g CCl}_4}$	23.81 g/mol

5. จากการวิเคราะห์การเผาไหม้สารประกอบชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) น้ำหนัก 3.60 กรัม เผาไหม้กับ O_2 มากเกินพอ พบว่าให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 8.79 กรัม และน้ำ (H_2O) 3.64 กรัม จงคำนวณหา

1) สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบ

2) สูตรโมเลกุลถ้ามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้เท่ากับ 144 กรัมต่อโมล

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
- CO_2 หนัก8.79 g - H_2O หนัก3.64 g - สารประกอบ หนัก 3.60 g - มวลโมเลกุล ของ สารประกอบ หนัก 144 g/mol	1) หาสูตร เอมพิริคัล 2) หาสูตร โมเลกุล - หา g ของธาตุ แต่ละชนิด -เปลี่ยนมวลของ ธาตุแต่ละชนิดให้ เป็น โมล -ทำเป็นสัดส่วน อย่างต่ำ -หาสูตรโมเลกุล จาก (สูตรอย่างง่าย)n = สูตรโมเลกุล -หา n แล้วคูณเข้า กับจำนวนอะตอม ของธาตุแต่ละ ชนิดในสูตรอย่าง ง่าย	$gC = 8.79 \text{ g}CO_2 \times \frac{1 \text{ mol}CO_2}{44 \text{ g}CO_2} \times \frac{12 \text{ gC}}{1 \text{ mol}CO_2}$ $= 2.4 \text{ gC}$ $gH = 3.64 \text{ g}H_2O \times \frac{1 \text{ mol}H_2O}{18 \text{ g}H_2O} \times \frac{2 \text{ gH}}{1 \text{ mol}H_2O}$ $= 0.4 \text{ gH}$ $gO = 3.6 - (2.4+0.4)$ $= 0.8 \text{ gO}$ $\begin{array}{ccc} C & : & H & : & O \\ 2.4 & & 0.4 & & 0.8 \\ \hline 12 & : & 1 & : & 16 \\ 4 & : & 8 & : & 1 \end{array}$ สูตรอย่างง่าย คือ C_4H_8O หาสูตรโมเลกุล จาก (สูตรอย่างง่าย)n = สูตรโมเลกุล $(C_4H_8O)n = 144$ $72n = 144$ $n = 2$ ดังนั้น $(C_4H_8O)_2 = C_8H_{16}O_2$	1) C_4H_8O 2) $C_8H_{16}O_2$

แบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1

วิชา เคมี 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดบอกความหมายของหน่วยความเข้มข้นของสารละลายได้ถูกต้อง
 - ก. ร้อยละโดยปริมาตร คือ มวลของตัวละลายที่ละลายในสาร 100 หน่วยปริมาตร
 - ข. โมลาริตี คือ จำนวน โมลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 กิโลกรัม
 - ค. โมแลลิตี คือ จำนวนมวลของตัวละลายที่ละลายในสารละลาย 1 ลิตร
 - ง. เศษส่วน โมล คือ อัตราส่วนจำนวน โมลของสารนั้นต่อจำนวน โมลรวมของสารทั้งหมดในสารละลาย
2. สารละลายน้ำตาลทรายเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวลต่อปริมาตรหมายความว่าอย่างไร
 - ก. ในสารละลายมีน้ำตาลทราย 20 กรัม ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ข. ในสารละลายมีน้ำตาลทราย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ค. ในสารละลายมีน้ำตาลทราย 20 กรัม ละลายในน้ำ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ง. ในสารละลายมีน้ำตาลทราย 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายในน้ำ 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. เมื่อสารละลายมีตัวละลายที่มีมวลเท่ากัน นักเรียนจะต้องทราบสิ่งใดจึงจะสามารถบอกได้ว่าสารละลายใดมีความเข้มข้นมากน้อยกว่ากัน
 - ก. ความหนาแน่นของสารละลาย
 - ข. ปริมาตรของตัวละลาย
 - ค. จำนวน โมลของตัวละลาย
 - ง. มวลของตัวทำละลาย
4. สารละลายที่ได้จากการเตรียม โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) จำนวน 25.0 กรัม ในน้ำ สารละลายมีปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความเข้มข้นกี่โมลาร์
(Na = 23, O = 16, H = 1)
 - ก. 0.00125 โมลาร์
 - ข. 1.25 โมลาร์
 - ค. 0.125 โมลาร์
 - ง. 0.0125 โมลาร์

5. จะต้องใช้น้ำ (H_2O) กี่กิโลกรัม ในการละลายโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 268 กรัม เพื่อให้ได้สารละลายเข้มข้น 0.5 โมลลิต
- 0.25 กิโลกรัม
 - 1.0 กิโลกรัม
 - 2.0 กิโลกรัม
 - 4.0 กิโลกรัม
6. สารละลายใดต่อไปนี้เจือจางที่สุด ($Na = 23, O = 16, H = 1, C = 12$)
- HNO_3 0.2 mol/dm³
 - $NaOH$ 15 g/ น้ำ 500 cm³
 - CO_2 10 dm³ ที่ STP ละลายในน้ำ 1 dm³
 - $C_2H_{12}O_6$ 10 g/ น้ำ 100 cm³
7. ในการเตรียมสารละลายควรเลือกใช้อุปกรณ์ใดในการวัดปริมาตรเพื่อให้เกิดความแม่นยำมากที่สุด
- กระบอกตวง
 - บีกเกอร์
 - บิวเรต
 - ปิเปต
8. ชั่ง $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ มา 143 กรัม ละลายในน้ำกลั่นเพื่อให้สารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 2 mol/dm³ สารละลายที่ได้จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 250 cm³
 - 500 cm³
 - 750 cm³
 - 1000 cm³
9. ถ้านักเรียนต้องการเตรียมสารละลายซิลเวอร์คลอไรด์ ($AgCl_3$) 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยต้องการให้มีโลหะเงิน (Ag) อยู่เป็นปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ควรจะต้องใช้ซิลเวอร์คลอไรด์ ($AgCl_3$) กี่กรัม ($Ag = 108, Cl = 35.5$)
- 66.44 กรัม
 - 95.75 กรัม
 - 80.50 กรัม
 - 90.55 กรัม

เฉลยแบบทดสอบย่อยท้ายวงจรที่ 1

ตอนที่ 1

- | | |
|---------|---------|
| 1. ง | 6. ก |
| 2. ค | 7. ค |
| 3. ง | 8. ก |
| 4. ข | 9. ข |
| 5. ง | 10. ก |

ตอนที่ 2

1. เมื่อนำเอทานอล 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ความหนาแน่น 0.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

ละลายในน้ำ 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

K	W	D	L
โจทย์บอก อะไรบ้าง	โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	ดำเนินการตามขั้นตอน	คำตอบที่ได้คือ อะไร
-เอทานอล 50 cm^3 - $D = 0.8 \text{ g/cm}^3$ -น้ำ 200 cm^3	-หาความเข้มข้น ในหน่วย mol/dm^3 -หามวลโมเลกุล ของเอทานอล -ใช้แฟกเตอร์ เปลี่ยนหน่วย -เปลี่ยนจาก cm^3 เป็น g โดยใช้ ความสัมพันธ์ของ ความหนาแน่น และเปลี่ยนจาก g เป็น mol	$\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = \frac{50 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}}{200 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}}$ $\times \frac{0.8 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ cm}^3 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}}$ $\times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}$ $\times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3}$	3.47 mol/dm^3

2. ถ้านำสารละลาย HCl 1.0 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร มา 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วเติมนำจัน มีปริมาตรเป็น 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้สารละลายเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
-HCl 1 mol/dm ³ ปริมาตร 20 cm ³ - ปริมาตร สุดท้าย 300 cm ³	- หาคความเข้มข้น ในหน่วยmol/dm ³ - ใช้สูตร $C_1V_1 = C_2V_2$	จาก $C_1V_1 = C_2V_2$ $(1 \text{ mol/dm}^3)(20 \text{ cm}^3) = C_2(300 \text{ cm}^3)$	0.067 mol/dm ³

3. เมื่อผสมสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.1 , 0.2, และ 0.5 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 100 , 200 และ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ จะได้สารละลายรวมที่มีความเข้มข้นเป็นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

K โจทย์บอก อะไรบ้าง	W โจทย์ให้หาอะไร /มีวิธีการอย่างไร	D ดำเนินการตามขั้นตอน	L คำตอบที่ได้คือ อะไร
-NaCl 0.1 mol/dm ³ ปริมาตร 100 cm ³ -NaCl 0.2 mol/dm ³ ปริมาตร 200 cm ³ -NaCl 0.5 mol/dm ³ ปริมาตร 300 cm ³	- หาคความเข้มข้น ในหน่วยmol/dm ³ - ใช้สูตร $C_{\text{รวม}}V_{\text{รวม}} = C_1V_1$ $+ C_2V_2$ $+ C_3V_3$	$C_{\text{รวม}}V_{\text{รวม}} = C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3$ $C_{\text{รวม}} = C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3 / V_{\text{รวม}}$ $= (0.1 \text{ mol/dm}^3)(100 \text{ cm}^3)$ $+ (0.2 \text{ mol/dm}^3)(200 \text{ cm}^3)$ $+ (0.5 \text{ mol/dm}^3)(300 \text{ cm}^3)$ $/ (600 \text{ cm}^3)$	0.3 mol/dm ³

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน
2. แบบสอบถามการใช้ตาราง KWDL
3. แบบบันทึกอนุทินของผู้วิจัย
4. รูปภาพประกอบการวิจัย

ตัวอย่างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน



แบบบันทึกการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา เคมี 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย รหัสวิชา ว 31222

ชื่อ...

...ชั้น ม.4/15...

1. จากการเรียนเรื่อง การเตรียมสารละลาย ให้นักเรียนให้คะแนนส่วนของการจัดการเรียนการสอนต่อไปนี้ โดยถ้าคะแนนทั้งหมดเต็ม 100 คะแนน นักเรียนจะให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเท่าใดบ้าง

- 20 การทวนความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายก่อนเรียน
- 30 การชมวิดีโอ เรื่อง การเตรียมสารละลาย
- 15 การทำใบกิจกรรม
- 20 การสาธิตวิธีการเตรียมสารละลายของเพื่อน
- 5 การตะลึงงันปัญหา
- 10 การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2. จากข้อที่ 1 นักเรียนชอบขั้นตอนใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

การชมวิดีโอ เรื่อง การเตรียมสารละลาย เพราะ วิดีโอ มีความเข้าใจ สนุกสนาน
ได้ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรจากการที่ได้เรียน เรื่อง การเตรียมสารละลายและนักเรียนคิดว่ามีส่วนใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือควรมีการแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

รู้สึกประทับใจ และ เข้าใจในเนื้อหาแล้ว สามารถนำไปใช้ได้จริง

4. จากการที่นักเรียนได้ศึกษา เรื่อง การเตรียมสารละลาย นักเรียนมีความรู้สึกเป็นอย่างไรให้นักเรียนวงกลมภาพแสดงสีหน้าของนักเรียน



ตัวอย่างแบบสอบถามการใช้ตาราง KWDL

1. นักเรียนคิดว่าการใช้ตาราง KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเป็นอย่างไร

ช่วยในสิ่งที่: บอกราคาคิดที่เป็นระบบและ คิดอย่างละเอียด โดยเริ่มดูจากสิ่งที่โจทย์ให้มา
สิ่งที่โจทย์ถาม และสิ่งที่น่าสงสัยว่าคำตอบอย่างไร จากนั้นจึงดำเนินการตาม ทำให้วิธีการแก้โจทย์ได้ดีขึ้น

2. นักเรียนคิดว่าตาราง KWDL สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้มากขึ้นเพียงใด และช่วยในด้านใดบ้าง

ช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ได้มากขึ้น โดยการนำภาพจำลองมาช่วย และมีการหาข้อสงสัย ทำให้
มีวิธีคิดที่ง่ายขึ้น

3. นักเรียนรู้สึกอย่างไรเมื่อนักเรียนได้นำเทคนิค KWDL ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

รู้สึกดีใจที่ได้มีเทคนิคดีๆ ไปใช้ทำโจทย์ปัญหา

ผู้ตอบแบบสอบถาม

